



СБОРНИК ДОКЛАДОВ



«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009»

29-30 сентября 2009 г., Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»



СОДЕРЖАНИЕ

Раздел №1 Инновационные технологии газоочистки, решения и оборудование для установок электромеханической, химической и биологической очистки газов, пылеулавливание, золоулавливание, сероочистка, очистка воздуха.	5
Высокоэффективная газоочистка - 60-летний опыт производства газоочистного оборудования для предприятий энергетики, металлургии и промышленности строительных материалов. (ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия)	5
Электрофильтры, рукавные фильтры, трубы Вентури и другие типы газоочистного оборудования. Новейшие разработки экологической машиностроительной группы «ФИНГО». (ООО «НТЦ ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия)	12
Презентация фирмы ZVVZ-Enven Engineering, a.s. (Чехия), в лице 100% дочерней компании ООО «ЗВВЗ-М».....	16
SPRAY DRY ABSORPTION. РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ АБСОРБЦИЯ. Краткое описание процесса и основные отличия от системы мокрой сероочистки дымовых газов.	25
(GEA Process Engineering A/S, Дания)	25
Опыт внедрения и эксплуатации кольцевых эмульгаторов конструкции фирмы «КОЧ» на филиале ОАО «ОГК-3» «Южноуральская ГРЭС» (Россия).....	29
Опыт практического применения плазмо-каталитического метода очистки газов. Работа над ошибками. (ООО «Экопромика», Россия)	32
Принципиально новые возможности высокотемпературной очистки газов от пыли. (ЗАО НТЦ "Бакор", Россия)	36
Рукавные фильтры, системы вентиляции и кондиционирования, увлажнители, сложные аспирационные проекты и другие технологии и газоочистное оборудование предлагаемое компанией "Воздушные фильтры". (Россия).....	38
Опыт эксплуатации секционных фильтров с импульсной регенерацией, производства ООО «НПП «Сфера», в промышленности. (ООО «НПП «Сфера», Россия).....	40
Использование высокоэффективного газоочистного оборудования в металлургической, цементной и других отраслях при новом строительстве и реконструкции. (ЗАО «СовПлим», Россия).....	43
На сегодняшний день ЗАО «СовПлим»	43
Современное газоочистное оборудование. Высокоэффективное оборудование для пылеочистки. (ОАО «НИИОГАЗ», Россия)	47
Инновационный подход к проектированию современных газоочистных установок на предприятиях черной и цветной металлургии, энергетики и производства строительных материалов. (ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг», Россия).....	51
Реконструкция газоочистки на основе рукавного фильтра «WHEELABRATOR» с целью увеличения эффективности пылеулавливания шахтной печи №2 и установки «ПЕЧЬ-КОВШ» №2 электроплавильного цеха ОАО «Северсталь». (УкрГНТЦ «Энергосталь» , Украина, ОАО «Северсталь», Россия).....	53
Технические решения проблемы пылевыведений при выгрузке кокса из печных камер. (ЗАО НПО ВУХИН, Россия).....	57
Система сборов и очистки неорганизованных выбросов при повалке конвертера. (ООО «Филиал Гипрогазоочистка», Россия).....	59
Способы очистки отходящих газов, основанные на газодинамических эффектах,.....	62
не применявшихся ранее в производстве. (ООО НПП «Центр Альтернативных Технологий», Россия).....	62
Для выходящего из поворотной камеры газа входная струя является фильтром, состоящим из слоев газа (слоев фильтрующего материала), по КПД не уступающим матерчатым фильтрам.	66
Опыт эксплуатации инерционных пылеуловителей ПВ ВЗП. Вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками. (ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой», Россия).....	67
Состояние и пути решения проблем снижения выбросов ПАУ, включая бенз(а)пирен, и высокотоксичных нитроПАУ в атмосферу	72
(ООО «Фотек-М», Россия)	72
Раздел №2 Отечественные и зарубежные фильтровальные материалы для систем очистки газов, аспирации, вентиляции и кондиционирования.	78
Современные высокотемпературные тканые материалы для пылегазоочистки. (Porcher industries , Франция)	78

Фильтрующий нетканый материал с водоотталкивающими свойствами для газоочистных систем. (ОАО НИИ Нетканых материалов, МГТУ им. А.Н. Косыгина Россия).....	81
Особенности химической и термической неустойчивости фильтровального рукавов из материала «Номекс» в условиях производства цветных и черных металлов. (ООО Фирма "Аква", Россия) ...	82
Оптимальный выбор фильтровального материала. (ЗАО Фирма "Эдельвика", Львовская коммерческая академия, Украина),.....	85
Инновационные нетканые материалы для промышленной фильтрации. Преимущество бескаркасных иглопробивных нетканых материалов. (ООО «Албокос», Россия).....	89
Фильтровальные материалы компании BWF Envirotec (Германия) для систем газоочистки. Выбор оптимального фильтровального материала. (BWF Envirotec , Германия)	91
Раздел №3 Высокоэффективное вспомогательное оборудование установок газоочистки.	96
Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для повышения эффективности систем газоочистки. (Бийский технологический институт - Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Шалунов Андрей Викторович, Заведующий лабораторией ", Россия),	96
Промышленные вентиляторы и дымососы ОАО «СИБЭНЕРГОМАШ». (Россия)	101
Оборудование WAMGROUP® для сыпучих материалов. (WAMGROUP, Италия)	106
Шлюзовые затворы новой конструкции – инвестиции в надежность. (МП Техприбор, ООО Энергия, Россия)	109
Разработка и внедрение дымовых труб и газоочистного оборудования из полимерных конструкционных материалов. (ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг», Россия)	112
Современное компенсационное оборудование для систем газоочистки, вентиляции и аспирации. Применение компенсаторов и компенсационных устройств компании BELMAN (Дания) и Frenzelit-Werke (Германия) при реконструкции предприятий . (ЗАО «ИРИМЭКС», Россия)	119
Компенсаторы Frenzelit-Werke (Германия).....	120
Раздел №4 Системы контроля и управления систем газоочистки. Современные АСУТП, пылемеры, газоанализаторы и агрегаты питания.	122
Комплексная автоматизация установок очистки газов и аспирационного воздуха. Компьютерный контроль параметров, автоматизация управления технологическими процессами с целью их оптимизации. (ОАО «Гипрогазоочистка», Россия).....	122
Агрегаты питания электрофильтров и реакционных камер, на основе электронно-лучевых вентиляей. (ФГУП «Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина», Россия)	125
Агрегаты питания электрофильтров KRAFTELEKTRONIK AB (Швеция) - экономичная и эффективная газоочистка. (KRAFTELEKTRONIK Швеция, ООО «ИНТЕХЭКО», Россия)	130
Управление регенерацией рукавного фильтра ФРИ-5000. (ЗАО "ФИНГО ИНЖИНИРИНГ", Россия)	135
Новейшие промышленные газоанализаторы, пылемеры и расходомеры производства фирмы SICK MAIHAK GmbH (Германия) (ООО "Энерготест", Россия)	136
Качественный и количественный анализ пылесодержания газовых потоков	138
(PPM Systems Oy, Финляндия)	138
Контроль уровня пыли в бункерах - индикатор-сигнализатор уровня сыпучих материалов СигУр-1. (ООО «ИНТЕХЭКО», Россия)	142

Спонсоры конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009»:



ООО «ИНТЕХЭКО», KRAFTELEKTRONIK AB (Швеция), ЗАО «ИРИМЭКС»,
ООО «ЗВВЗ-М», ZVVZ (Чехия), ОАО «ФИНГО», ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ»,
ООО «Воздушные фильтры М», ООО «Воздушные фильтры СПб»

Информационные спонсоры конференции:



журналы: Металлы Евразии, Энергобезопасность и энергосбережение, Мировая Энергетика, Главный инженер, Главный энергетик, Энергослужба предприятия, Металлург, Национальная Стратегия, Менеджер Эколог, Экологический вестник России, Слант - Нефтегазовое оборудование, Газ. Нефть. Бизнес Татарстана, Экологические нормы. Правила. Информация, ЖКХ и энергетика региона, Химическая техника, Компрессорная техника и пневматика, Газохимия, Control Engineering Россия, Сфера Нефтегаз, Экологическая безопасность, Химическое и нефтегазовое машиностроение, Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера, Охрана окружающей среды и природопользование, Черные металлы, Цветные металлы, Экспозиция Энергетика, Экспозиция Нефть Газ,
интернет-порталы: Зеленые страницы, EnergyLand.info, Промышленная безопасность Safeprom.ru, Web-Digest - Переработка мусора, iCENTER.RU, KIPINFO.ru, Энергетика и Промышленность России, сайт НИИ Атмосфера, ЦОЭК, Всероссийский экологический портал.
газеты: Энергетика и Промышленность России, Бизнес в Казахстане

Участники конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009»:



Участие в работе Второй Международной межотраслевой конференции ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009 заявили более 160 делегатов от компаний России, Франции, Германии, Швеции, Италии, Финляндии, Украины, Республики Беларусь, Казахстана и других стран, в том числе: ФИНГО ИНЖИНИРИНГ, Албокос, ОГК-1, KRAFTELEKTROINIK (Швеция), ИРИМЭКС, Черметинформация, ИНТЕХЭКО, Fingo Eсо (Финляндия), Гипромез, Экопромика, ОГК-3, Таллиннский Технический университет (Эстония), VAMGROUP (Италия), Укргипромез (Украина), Липецкий Гипромез, Фабрика рукавных фильтров (Украина), СовПлим-Холдинг, ВУХИН, Южноуральская ГРЭС, НТЦ Бакор, Новоросцемент, ГЕБА Индастриз, НИИ Нетканых материалов, SICK MAINAK (Германия), Энерготест ВТИ, Кольская Горно-металлургическая компания, Воздушные фильтры М, Новокузнецкий металлургический комбинат, Сухоложский завод металло-флюсов, Санкт-Петербургская электротехническая компания, Файберест, Сода, Воздушные фильтры СПб, Бийский технологический институт АлтГТУ, Читинская ТЭЦ, FILTER-MEDIA FILTEX (Франция), ТГК-14, ВиК (Белоруссия), Тулачермет, Porcher industries (Франция), ЗВВЗ-М, ZVVZ (Чехия), Торговый дом завода Прогресс (Украина), фирма АКВА, ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой, Карабашмедь, НПП Фолтер, Фортум (ТГК-10), Сибирский цемент, Энергия, МП Техприбор, Уралэлектромедь, Омский филиал ТГК-11, Новолипецкий металлургический комбинат, Азов ЭКО (Украина), Святогор, Лебединский ГОК, Судогодские стеклопластики, Чусовской металлургический завод, НПП Сфера, Central Asia Cement (Казахстан), НПО Промэк, GEA Process Engineering A/S (Дания), Строммашкомплект, Строммаш-Вертикаль, Сибэнергомаш, Михайловский ГОК, Челябинский металлургический комбинат, ПО ЭКОТЕХ, Эдельвика (Украина), ИПК, Мультифильтр, СовПлим, НПФ АВТЭК, Кузнецкий цементный завод, Институт Гипроникель, Группа Магнезит, Гипрогазоочистка, ГМК Норильский Никель, ОГК-2, Гипрогазоочистка-инжиниринг, Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина, Энергомашэкология (Украина), Центр альтернативных технологий, МетПромПроект, филиал Гипрогазоочистка, Кузнецкий цементный завод, НПП Днепроэнергосталь (Украина), НИИОГАЗ, Heimbach Filtration (Германия), Магнитогорский Гипромез, Консар, Комбинат Магнезит, Camfil International AB, УкрГНТЦ Энергосталь, Центр альтернативных технологий, Казхром (Казахстан), Проманалитприбор, Мордовцемент, Проектно-Строительная Компания ВИГ и многие другие...

АВТОРСКИЕ ПРАВА НА ИНФОРМАЦИЮ И МАТЕРИАЛЫ:

Все материалы в данном Сборнике докладов предназначены для участников Второй Международной Межотраслевой конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009», проводимой ООО «ИНТЕХЭКО» 29-30 сентября 2009 г., и не могут воспроизводиться в какой-либо форме и какими-либо средствами без письменного разрешения соответствующего обладателя авторских прав за исключением случаев, когда такое воспроизведение разрешено законом для личного использования.

Часть информации Сборника докладов взята из открытых источников и материалов предыдущих конференций, проведенных ООО «ИНТЕХЭКО».

Ни в каком случае оргкомитет конференции и ООО «ИНТЕХЭКО» не несут ответственности за любой ущерб, включая прямой, косвенный, случайный, специальный или побочный, явившийся следствием использования данного каталога.



ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ ОБРАЩАЙТЕСЬ:

Председатель оргкомитета - Ермаков Алексей Владимирович,
тел.: +7 (905) 567-8767 факс: +7 (495) 737-7079
admin@intecheco.ru , www.intecheco.ru

**Раздел №1 Инновационные технологии газоочистки, решения и оборудование для установок
электромеханической, химической и биологической очистки газов, пылеулавливание,
золоулавливание, сероочистка, очистка воздуха.**

**Высокоэффективная газоочистка - 60-летний опыт производства газоочистного
оборудования для предприятий энергетики, металлургии и промышленности строительных
материалов. (ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия)**

*Ермаков Алексей Владимирович, Директор по маркетингу,
ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ»*

Одним из крупнейших российских производителей газоочистного оборудования является Экологическая машиностроительная группа «ФИНГО», имеющая собственное производство - Семибратовский завод газоочистной аппаратуры ОАО «ФИНГО», мощный инжиниринговый центр в Москве - ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», сервисную компанию ООО «ФИНГО СЕРВИС» и представительство за рубежом – FINGO Eсо Oy.

Группа компаний «ФИНГО» - один из лидеров рынка России и стран СНГ с устойчивым позитивным имиджем у клиентов и широкой общественности, предлагающая современные технические решения и высокоэффективное и качественное газоочистное оборудование, признанное на мировом уровне, стабильно развивающая производство и выполняющая весь спектр услуг по строительству установок газоочистки «под ключ».

Миссия компании - обеспечение экологической безопасности и защита атмосферы путем разработки высокоэффективного газоочистного оборудования и конкурентоспособных решений, способствующих процветанию нашей компании, клиентов и партнеров.

Газоочистка для всех отраслей промышленности:

Черная металлургия

- Коксохимическое производство
- Агломерационное производство
- Доменное производство
- Электросталеплавильное производство
- Мартеновское производство
- Конвертерное производство
- Литейное производство
- Прокатное производство
- Ферросплавное производство
- Производство извести и огнеупоров

Цветная металлургия

- Производство свинца, цинка, меди
- Производство ртути
- Производство алюминия
- Производство титана и магния
- Производство электродов

Энергетика

- Тепловые электростанции
- Малые котельные

Промышленность строительных материалов

- Обжиг клинкера (мокрый и сухой способ производства)
- Помол клинкера, сырья
- Выбросы от силосов
- Узлы погрузки

Нефтехимическая промышленность

- Производство технического углерода
- Производство катализаторов
- Производство резинотехнических изделий
- Производство желтого фосфора
- Производство лакокрасочных материалов

Химическая промышленность

- Производство серной кислоты
- Производство минеральных удобрений
- Производство моющих средств

Другие отрасли

- Целлюлозно-бумажная промышленность
- Мусоросжигательные заводы
- Машиностроение

За более чем 60-летний период существования производства «ФИНГО» выпущено более миллиона тонн электрофильтров, рукавных фильтров, скрубберов, циклонов и прочих аппаратов очистки. Оборудованием «ФИНГО» оснащены тепловые электростанции, металлургические комбинаты, цементные заводы, предприятия химической и нефтегазовой промышленности, расположенные на территории России, стран содружества, а также в Голландии, Дании, Норвегии, Турции, Финляндии, Индии, Китае и других странах мира.

В 2008 году «ФИНГО» значительно увеличены объемы производства и сделан серьезный шаг в техническом перевооружении Семибратовского завода газоочистительной аппаратуры, в том числе:

- внедрено 3 современных ленточно-пильных станка;
- более 18 единиц сварочного оборудования;
- внедрен новый стан для изготовления элементов осадительных электродов.

Для обеспечения возможности разработки новых конструкций газоочистного оборудования в начале 2008 года на базе «ФИНГО» создан научно-технический центр. НТЦ позволит модернизировать весь ассортимент продукции, которая традиционно выпускается на нашем предприятии - электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны и мокрые аппараты. Испытания оборудования на нашей заводской стендовой экспериментальной базе НТЦ позволяет вносить коррективы в производство.

Стоит также отметить, организацию работ по защите авторских прав на новые и существующие технические решения и газоочистное оборудование. Только за 2008 год группа компаний «ФИНГО» получило более 40 патентов.

Заслуги группы компаний «ФИНГО» отмечены на самом высоком государственном уровне. 25 сентября 2008 г. Комитет по охране окружающей среды Совета Федерации Федерального Собрания РФ отметил экологическую деятельность ОАО "ФИНГО" специальной наградой и грамотой «За вклад в охрану окружающей среды и чистый воздух России».

Рукавные фильтры

В выборе наиболее экономичного способа очистки газов при решении вопросов газоочистки всё чаще первое место занимают рукавные фильтры. В каждом конкретном случае перечень аргументов в пользу применения рукавных фильтров имеет свою специфику, но среди них можно отметить общие.



Новейшие разработки рукавных фильтров ФИНГО - ФРИ2000 и ФРИ 3400 - для газоочистки в цементной промышленности (фотографии фильтров в ОАО «Новоросцемент» и ОАО «Атакайцемент»)

На эффективность работы рукавных фильтров мало влияют такие характеристики пыли и газа на входе в аппарат, как удельное электрическое сопротивление и гранулометрический состав пыли, влажность газа, концентрация пыли в очищаемом газе и другие, непосредственным образом влияющие на работу электрофильтров. Важным фактором является также и то, что промышленность предлагает сегодня фильтровальные материалы, способные длительно и с высокой эффективностью очищать газы при высокой температуре (до 250 °С) и содержащие химически активные компоненты.

ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» поставляет рукавные фильтры разных типоразмеров с обратной продувкой и импульсной регенерацией рукавов, производительностью от 500 м³/ч до 1000000 м³/ч и более.

При строительстве рукавные фильтры требуют меньших капитальных затрат. Стойкость фильтровальных элементов обеспечивает работоспособность рукавных фильтров без замены рукавов не менее 3-5 лет, а в некоторых случаях и более. Рукавные фильтры просты в обслуживании и управлении.

В России используются рукавные фильтры, в основном, с импульсной продувкой, однако, это не единственная существующая конструкция рукавных фильтров. Внимания заслуживают рукавные фильтры с обратной продувкой: они имеют ряд положительных показателей, среди которых - возможность изготовления рукавных фильтров с повышенной поверхностью фильтрации (10 000-20 000 м² и более); замена рукавов и регенерация фильтровальных элементов в таких фильтрах осуществляется проще, чем в аппаратах с импульсной регенерацией.

Ключевые отличия рукавных фильтров «ФИНГО» от аналогов:

- Очистка газов как от высокоабразивных пылей, так и от пылей с пониженной насыпной плотностью 0,2-0,5 т/м³
- Возможность отключения секций по газу (вход и выход) для проведения профилактических работ и замены рукавов без остановки производства.
- Различные методы регенерации фильтровальных рукавов, электронные блоки контроля и управления регенерацией.
- Комплектация дополнительным оборудованием, в том числе отсекающими устройствами на бункерах (мигалками, шлюзовыми питателями), встроенными в бункера винтовыми конвейерами, опорами, компрессорами, воздухохоборниками, и т.д.

При проведении реконструкций электрофильтров компанией «ФИНГО» часто используются существующие корпуса электрофильтров, в которые устанавливается внутреннее оборудование рукавных фильтров. За счет этого достигается существенная экономия финансовых средств на проведение реконструкции, а также происходит резкое сокращение сроков реконструкции.

Большое количество рукавных фильтров разных типоразмеров, в том числе, специально разработанных под условия заказчиков, ежегодно вводятся в эксплуатацию при участии специалистов «ФИНГО».

В последние годы «ФИНГО» активно разрабатывает и внедряет новые конструкции рукавных фильтров для различных технологических процессов на металлургических предприятиях и цементных заводах.

Среди примеров внедрения современных рукавных фильтров «ФИНГО»:

- Для коксохимических производств Новолипецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов специалисты ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» спроектировали и ввели в эксплуатацию установки газоочистки комплексов Беспылевой Выдачи Кокса (БВК) с применением рукавных фильтров производства «ФИНГО». Впервые в России в компактной установке БВК были использованы рукавные фильтры с импульсной регенерацией и встроенным в рукавный фильтр искрогасителем. Наличие смолистых веществ в очищаемых газах потребовало принятия новых технических решений для использования рукавных фильтров – фильтровальные элементы напылялись определенным образом перед началом эксплуатации. За четыре года эксплуатации не был заменен ни один фильтровальный элемент. Аппараты надежно обеспечивают проектную эффективность с остаточной запыленностью менее 20 мг/м³. Установки газоочистки поставлялись комплектно и оснащены АСУТП, позволяющей обеспечить значительную экономию электроэнергии за счет разработанной программы работы дымососов с частотными преобразователями в соответствии с технологическим режимом работы коксовой батареи.
- На Новолипецком металлургическом комбинате в конвертерных цехах № 1 и № 2 два года работают рукавные фильтры, спроектированные для установок десульфурации чугуна. Площадь поверхности фильтрования 2900 м², концентрация пыли в очищенном газе менее 15 мг/м³. Разработаны два рукавных фильтра специально для аспирационных систем предприятия, один фильтр работает уже год.



Рукавный фильтр ФРИ-2900 в ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

- В 2007г. специалистами ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» разработан и внедрен на цементном заводе Пролетарий ОАО «Новоросцемент» рукавный фильтр ФРИ 2000 специальной конструкции для очистки аспирационного воздуха клинкерного холодильника при температуре газов до 240 °С, также установлен рукавный фильтр ФРИ 2400 в корпусе электрофильтра УГ2-3-37. В настоящее время первый фильтр работает уже 20 месяцев, замечаний нет.
- В 2008 году ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» успешно внедрило на цементной печи ООО «Атакайцемент», работающей по «сухому» способу, рукавный фильтр с узлом кондиционирования зарубежного производства и рукавный фильтр для очистки аспирационного газа клинкерного холодильника и мельниц помола сырья.
- Разработан и в настоящее время находится в производстве рукавный фильтр с площадью поверхности фильтрования 2400 м² для аспирационной установки машины газовой резки Магнитогорского металлургического комбината.
- Разработано и успешно внедрено оборудование для реконструкции рукавных фильтров СМЦ-101-3 (15 шт.) в рукавные фильтры с импульсной регенерацией рукавов установки очистки газов от электродуговой печи на Узбекском металлургическом комбинате. Общая площадь поверхности фильтрования установки 28500 м². Первая очередь установки введена в эксплуатацию. В настоящее время завершена первая очередь монтажа.
- Приобретён опыт внедрения наших новых разработок и в цветной металлургии. На ОАО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан) завершена реконструкция рукавного фильтра РФСП-1980 для тонкой очистки аспирационных и технологических газов в рукавный фильтр с импульсной регенерацией рукавов площадью 5000 м². Для рукавов применён специальный фильтровальный материал

производства компании BWF (Германия). При входной концентрации пыли в газе 600 мг/м³ на выходе получено 0,3 мг/м³.

Современные электрофильтры «ФИНГО»

В компании уделяется большое внимание разработке нового оборудования. На установках электрической очистки газов ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» внедряет современные конструкции электрофильтров 5-го поколения ЭГБ1М с межэлектродным шагом 400 мм и высотой электродов до 15 м (18м - для двухярусных электрофильтров).

Кроме электрофильтров общепромышленного назначения ОАО «ФИНГО» производит и поставляет высокотемпературные горизонтальные многопольные электрофильтры типа УГТМ и ЭГТ для очистки газов с высоким содержанием окислов серы. Имеется также типоразмерный ряд сухих вертикальных электрофильтров типа УВ, УВП (для взрывоопасных производств), специальные электрофильтры для очистки газов фосфорных производств.



*Монтаж электрофильтра «ФИНГО» на Жодинской
ТЭЦ (Беларусь)*



*Установка электрофильтров
в Финляндии*

В ОАО «ФИНГО» разработаны и выпускаются мокрые электрофильтры для очистки газов от различных аэрозолей и тумана серной и азотной кислоты.

Электрофильтры ЭГБ1М характеризуются более низкой металлоемкостью по сравнению с аналогичными типоразмерами аппаратов ЭГА и ЭГБМ, имеющих соответственно шаг между электродами 300 и 350 мм. Конфигурация профиля электродов обеспечивает оптимальное распределение по поверхности осадительного электрода и высокий уровень напряженности электрического поля в межэлектродном пространстве. В настоящее время ведутся работы по модернизации осадительных электродов с новым профилем элемента.

Электрофильтры «ФИНГО» комплектуются импортными приводами механизмов встряхивания, опорно-проходными изоляторами производства ведущих европейских фирм, агрегатами питания напряжением 100÷110 кВ и системами управления фирмы «KRAFTELEKTRONIK AB» (Швеция www.kraftel.ru), что обеспечивает высокую надежность и эксплуатационную эффективность установок газоочистки, а также позволяет значительно экономить электроэнергию (до 50% на некоторых установках). Электрофильтры пятого поколения позволяют обеспечивать остаточную запыленность менее 30 мг/м³.



*Современные электрофильтр «ФИНГО»
на цементном заводе ОАО «Себряковцемент»*



*Электрофильтр ФИНГО системы аспирации
доменной печи №5 ОАО «НЛМК»*

Устанавливаемые агрегаты питания оснащены современной микропроцессорной системой управления, которая автоматически поддерживает оптимальный уровень напряжения и тока в полях электрофильтра. Шкафы управления имеют соответствующее количество входов и выходов для контроля

различных параметров работы электрофильтров (температуры, давления, запыленности, уровня пыли в бункерах и др.) и оборудования, входящего в состав установки очистки газов, управления механизмами встряхивания, пылеудаления и пылетранспорта, а также для подключения к АСУТП. Имеется возможность передачи данных о работе установки с использованием сети Интернет. Конструкция электрофильтров «ФИНГО» предусматривает возможность проведения внутренних осмотров и ремонтных работ, что некоторые зарубежные конкурентные аналоги осуществить не позволяют.

Конструкция электрофильтров «ФИНГО» предусматривает возможность проведения внутренних осмотров и ремонтных работ, что некоторые зарубежные аналоги осуществить не позволяют.

Электрофильтры пятого поколения типа ЭГБ1М «ФИНГО» поставлены и успешно эксплуатируются на десятках предприятий различных отраслей промышленности России, стран СНГ, Финляндии, Швеции, Ирландии и других.

Среди внедрений электрофильтров «ФИНГО» за последние несколько лет:

- Десятки электрофильтров ЭГБ1М поставлены и успешно эксплуатируются на предприятиях России, стран СНГ, Финляндии, Швеции, Ирландии.
- Введено в эксплуатацию значительное количество установок электрофильтров на литейных дворах и бункерных эстакадах крупнейших металлургических комбинатов:
 - на ОАО «Северсталь» введены в эксплуатацию 4 электрофильтра Доменной печи(ДП) №4, проведена реконструкция 6 электрофильтров на ДП №5;
 - на Нижнетагильском металлургическом комбинате поставленные группой компаний «ФИНГО» 8 электрофильтров также успешно пущены в эксплуатацию на доменных печах №5 иб;
 - на Новолипецком металлургическом комбинате эксплуатируются 4 электрофильтра на ДП №6 и 2 электрофильтра на ДП №5;
 - электрофильтр системы аспирации шихтоподачи Доменной печи №6 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». На всех вышеуказанных аспирационных системах, каждая из которых имеет производительность более 1 млн. м3/час, электрофильтры обеспечивают проектную эффективность очистки воздуха.
- Проведена комплексная реконструкция вертикальных электрофильтров за агломашинами на Качканарском ГОК ОАО «Ванадий».
- В 2007-2008 гг. специалистами группы "ФИНГО" запущены в эксплуатацию электрофильтры в ОАО «Новоросцемент», ОАО «Щуровский цемент», ОАО «Себряковцемент» и других предприятиях.
- В настоящее время, осуществляется изготовление электрофильтров «ФИНГО» которые будут поставлены на установках очистки аспирационного воздуха литейных дворов и бункерной эстакады новой Доменной печи №7 ОАО «НЛМК». Установки электрофильтров литейных дворов и бункерной эстакады Доменной печи №7 будут оснащены новейшими системами автоматизации технологических процессов (АСУТП), что в совокупности с современными пылемерами и приборами КИП, позволит не только осуществлять управление всеми параметрами но вести экологический мониторинг. Современные технические решения ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» предусматривают беспылевую транспортировку уловленных сыпучих материалов (благодаря использованию современных узлов увлажнения зарубежного производства), что позволит исключить потери при транспортировки до аглофабрики.
- В 2004-2006 г.г. на Магнитогорском цементно-огнеупорном заводе ОАО «ММК» проведена реконструкция газоочистки трех вращающихся печей обжига с установкой на постаментах морально устаревших и физически изношенных электрофильтров УГ и «Лурги» новых электрофильтров «ФИНГО», а в 2007 г. в ОАО «МЦОЗ» состоялось торжественное открытие новой четвертой вращающейся печи с современным электрофильтром «ЭГБ1М», в настоящее время ведется изготовление электрофильтра для еще одной - новой пятой вращающейся печи.
- За последние 10 лет группа компаний «ФИНГО» разработала технические решения и изготовила газоочистное оборудование электрофильтров для десятков предприятий теплоэнергетики России и европейских стран: ТЭС в г. Калве (Швеция), ТЭС в г. Панкакоски (Финляндия), Абаканская ТЭЦ, ТЭС в г. Мартагуа (Португалия), Владивостокская ГРЭС, Харанорская ГРЭС, ТЭС в г. Фербан (Ирландия), Новочеркасская ГРЭС, ТЭС в г. Саала (Швеция), ТЭС в г. Шковде (Швеция), Омская ТЭЦ-5, ТЭС в г. Европит (Ирландия), ТЭС в г. Лукселе (Швеция), ТЭС г. Торнио (Финляндия). ТЭС в г. Халмштад (Швеция), Бобруйская ТЭЦ-1 (Республика Беларусь), ТЭС г. Торнио (Финляндия), Жодинская ТЭЦ (Республика Беларусь),

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ И ЭКОЛОГИИ,
РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ, МЕТАЛЛУРГИИ, НЕФТЕГАЗОВОЙ,
ХИМИЧЕСКОЙ И ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



www.intecheco.ru

+7 (905) 567-8767

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2010»

г. Москва, 28-29 сентября 2010 г., ГК ИЗМАЙЛОВО



**Инновационные технологии
для реконструкции
установок газоочистки:**



- проблемы защиты атмосферного воздуха;
- обследования, обновление и модернизация установок очистки газов и воздуха в металлургии, энергетике и цементных заводах;
- новейшие технологии очистки газов от пыли, диоксида серы, окислов азота, сероводорода, ПАУ и других вредных веществ;
- современные рукавные фильтры, электрофильтры, скрубберы, циклоны, вихревые пылеуловители, промышленные пылесосы, картриджные и карманные фильтры;
- системы вентиляции и кондиционирования.

**Вспомогательное
оборудование газоочистных
сооружений:**



- системы удаления и транспортировки уловленных материалов, скребковые и трубчатые конвейеры, аэрожелоба, насосы, пневмотранспорт, отсекающие устройства, дозирующие устройства;
- промышленные вентиляторы и дымососы;
- компрессоры для установок газоочистки;
- компенсаторы;
- новейшие фильтровальные материалы;
- активированные угли и катализаторы;
- запасные части для установок газоочистки.

**Системы контроля и
управления установок
очистки газов:**



- ◆ комплексная автоматизация установок газоочистки;
- ◆ современная контрольно-измерительная техника, датчики, расходомеры, газоанализаторы и пылемеры;
- ◆ технологии и решения для технологического контроля и мониторинга газовых выбросов;
- ◆ агрегаты питания электрофильтров;
- ◆ системы управления электропитанием электрофильтров;
- ◆ системы и приборы управления регенерацией рукавных фильтров.

www.intecheco.ru, т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Электрофильтры, рукавные фильтры, трубы Вентури и другие типы газоочистного оборудования. Новейшие разработки экологической машиностроительной группы «ФИНГО». (ООО «НТЦ ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия)

*Троицкий Анатолий Алексеевич, Главный инженер проекта по механической очистке газов
Гузаев Виталий Александрович, Главный инженер проекта по электрической очистке газов по
ООО «НТЦ ФИНГО ИНЖИНИРИНГ»*

1. Введение.

Экологическая машиностроительная группа «ФИНГО» (ЭМГ «ФИНГО») в составе ОАО «ФИНГО» (Семибратовский завод газоочистительной аппаратуры) и ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», являясь лидером отечественного производства высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов, принимает активные меры по повышению эффективности, надежности и коммерческой привлекательности оборудования.

Основным фактором устойчивого повышения технических показателей оборудования ЭМГ «ФИНГО» является создание, развитие и совершенствование научно-исследовательской и стендово-экспериментальной базы.

С созданием научно-технического центра (НТЦ) появилась возможность после цикла необходимых исследований предлагать на рынок технические разработки, не уступающие лучшим зарубежным образцам. Цикл исследований включает в себя испытание опытных образцов, изготовленных в условиях специализированного производства, в том числе, в промышленных условиях.

Исследования направлены:

-на разработку электрофильтров с использованием новых осадительных и коронирующих элементов электродов, а также повышение надёжности функционирования за счёт применения комплектующих изделий и дополнительного оборудования ведущих европейских фирм: изоляторов, мотор-редукторов, агрегатов питания, систем управления и др.;

-на разработку рукавных фильтров, в том числе, с большой поверхностью фильтрования (более 10000 м²), оснащенных:

а) узлами регенерации рукавов оптимальной конструкции, обеспечивающими экономное расходование сжатого воздуха;

б) быстродействующими импульсными клапанами, пневматическими приводами ведущих европейских производителей;

в) микропроцессорной системой управления фильтром.

По результатам исследований и с вводом в действие с 01.01.2008г. четвертой части гражданского кодекса РФ, регламентирующей права на интеллектуальную собственность и ответственность за их нарушение, наше оборудование защищено патентами РФ, а также обеспечено сертификатами соответствия и разрешением Ростехнадзора.

2. Новые конструктивные решения в электрофильтрах

2.1. Осадительные электроды

В отечественной и мировой практике широкое применение нашли широкополосные осадительные элементы. В аппаратах производства ОАО «ФИНГО» использовался профиль СЧС-640. Преимущество широкополосных элементов заключается в экономии затрат при изготовлении и монтаже. Вместе с тем, применение таких элементов связано с соблюдением ряда требований, которые следует осуществлять для эффективной и долговечной работы. К ним относится сохранение геометрии элемента после изготовления, транспортирования и сборки в электрод, обеспечение уровня динамических ускорений, достаточных для удаления с элемента пыли, сохранение плоскостности электрода при ударных нагрузках, сохранение целостности конструкции при длительной эксплуатации.

Конструктивной особенностью профиля СЧС-640 является выполнение его краев в виде крюка для соединения в зацеп с соседним элементом и образованием непрерывной плоскости при сборке осадительного электрода из элементов СЧС-640. Практика применения таких электродов показала ряд недостатков, присущих элементам СЧС-640:

- пониженный уровень динамических ускорений, необходимых для удаления пыли с элементов. Причина – недостаточная жесткость краев профиля, приводящая к низкочастотным колебаниям, на которые расходуется часть ударной энергии. К тому же низкочастотные колебания с повышенной амплитудой приводят к нарушению электрического режима поля электрофильтра и потере эффективности очистки;

- конструктивная особенность элементов СЧС-640 не позволяет плотно зафиксировать края профиля на полосах балки встряхивания, что приводит к снижению динамики электрода и колебаниям краев, а также к потере устойчивости элемента в вертикальном положении, приводящее к уменьшению межэлектродного расстояния;

- при укладке элементов в контейнер не обеспечивается плотная упаковка и сохранение геометрии, что приводит либо к дополнительным затратам на упаковку и транспортировку элементов, либо к затратам на правку элементов в период монтажа.

С учетом анализа недостатков элементов СЧС-640 в настоящее время разработан элемент ЭФ-640. Новый элемент имеет следующие конструктивные особенности:

- края элемента ЭФ-640 выполнены в виде коробчатого замкнутого профиля. Жёсткость краёв почти в два раза выше по сравнению с СЧС-640;
- для фиксации элементов между собой по высоте при сборке осадительного электрода используются специальные фиксирующие пластины.

Конструкция элемента ЭФ-640 обусловила ряд технических преимуществ по сравнению с профилем СЧС-640:

- динамические ускорения по результатам замеров возросли не менее, чем на 20%, что позволяет снижать либо уровень ударного воздействия, либо его частоту, повышая тем самым долговечность механической системы осадительного электрода;
- плоскостность осадительного электрода, определенная по отклонению размеров от осей, не менее чем в 2,5 раза выше плоскостности осадительного электрода, собранного из элементов СЧС-640. Это обстоятельство позволило исключить правку элементов при монтаже и сократить время монтажа;
- амплитуда малоэффективных низкочастотных колебаний плоскости осадительного электрода после удара по балке встряхивания в 5 раз ниже;
- расчетная долговечность осадительного электрода, определенная с учетом снижения уровня ударного воздействия и низкочастотных колебаний, более чем в 3 раза выше по сравнению с элементом СЧС-640;
- форма профиля элемента ЭФ-640 упрощает упаковку элементов в контейнер с гарантией сохранения целостности пакета на монтажной площадке;
- замкнутые края профиля элемента ЭФ-640 позволяют снизить отрицательный эффект от вторичного уноса пыли.

Элементы осадительных электродов ЭФ-640 изготавливаются на новом современном профилировочном стане. Возможности стана, созданного на основе последних научно-технических достижений, позволяют выполнять края профиля с радиусом загиба не более 3 мм, что создает дополнительные преимущества по жесткости созданного профиля по сравнению с элементами, например, зарубежной фирмы «Альстом» (радиус гибки 6,5 мм).

Разработанная конструкция взаимозаменяема с элементами СЧС-640 и может быть применена в качестве запасных частей для эксплуатируемых аппаратов (ЭГА, ЭГБМ, ЭГБ1М, ЭГВ и др., где применялся СЧС-640).

Применение элементов ЭФ-640 позволяет разрабатывать электрофильтры с повышенными технико-экономическими показателями.

Конструкции электрофильтров с новыми элементами защищены патентами РФ (№№: 76827; 77 181 , 77797), патентообладатель - ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», что создает приоритеты на изготовление и поставку аппаратов с разработанными элементами.

2.2. Коронирующие электроды

В настоящее время в отечественной газоочистке и ведущими зарубежными фирмами широко используются элементы коронирующих электродов с фиксированными точками коронирования (иглами), как наиболее эффективные по сравнению с проволочными или спирально-пружинными конструкциями.

Анализ проведенных исследований по разработке элементов показал, что иглы должны выполняться с возможно малым радиусом кривизны, а конструкция элемента должна обеспечивать сохранение формы элемента и его расположение в межэлектродном пространстве при длительной эксплуатации.

В отечественных электрофильтрах широко используются ленточно-игольчатые и ленточно-зубчатые (или пилообразные) элементы.

Практика применения таких элементов показала ряд недостатков, присущих ленточно-игольчатым конструкциям:

- образование на полках отогнутых игловок слоя пыли и не отряхиваемых отложений, что приводит к снижению эмиссионной способности элементов и эффективности очистки газа;
- неравномерная натяжка ленточно-игольчатых элементов может привести к выходу их из плоскости коронирующего электрода (выпучивание), и, как следствие, к нарушению электрического режима работы поля электрофильтра и снижению его эффективности;
- при штамповке игловок из ленты с применением существующих и известных технологических средств не обеспечивается требуемый радиус кривизны концов игловок.

В отличие от ленточно-игольчатых ленточно-зубчатые элементы изготавливаются путем удаления при штамповке части металла с краев ленты, при этом образуется плоский элемент с выступающими на нем с двух сторон игольчатыми наконечниками.

Преимущество ленточно-зубчатых элементов заключается в следующем:

- пониженная до 43% масса элементов обеспечивает возможность снижения величины ударного импульса для отряхивания пыли и, тем самым, повышение долговечности более чем в 3 раза;
- деформация элементов в раме коронирующего электрода при их установке иглами к плоскости осадительного электрода не приводит к выходу элементов из плоскости электрода;
- отсутствие отложений пыли на игольчатых наконечниках обеспечивает постоянный электрический режим работы аппарата;

- конструкция и технология изготовления ленточно-зубчатого элемента позволяет гарантированно изготавливать игольчатые наконечники с различными радиусами кривизны фиксированных точек, обеспечивая максимальную эффективность в зависимости от параметров пылегазового потока и надежность аппарата при длительной эксплуатации.

В настоящее время освоено производство ленточно-зубчатых элементов с острыми иглами. Электрофильтр, укомплектованный такими элементами, обеспечивает снижение выбросов в 3 и более раза за счет пониженного напряжения зажигания короны.

Применение новых ленточно-зубчатых элементов в конструкциях электрофильтров позволяет интенсифицировать процесс осаждения пыли, особенно при повышенной концентрации в газе мелкодисперсной пыли. Это является основой для разработки электрофильтров с повышенными технико-экономическими характеристиками.

Конструкция электрофильтра с применением ленточно-зубчатых элементов коронирующих электродов, выполненных с малым радиусом кривизны игольчатых наконечников, защищена патентом РФ № 72421, патентообладатель ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», что создаёт приоритеты по изготовлению и поставке аппаратов с этими элементами.

2.3 Сборочные единицы и детали

2.3.1 Опорно-проходной изолятор.

В связи с разработкой нового электрофильтра с межэлектродным расстоянием 400мм потребовалось применить опорный изолятор с увеличенным внутренним диаметром опорной части до 400мм. Отечественные изоляторы П620/340 цилиндрической формы имеют внутренний диаметр изолятора 340мм и не могут быть использованы для новых аппаратов.

Сохранение цилиндрической формы изолятора при диаметре 400мм приводит к необходимости увеличения размеров от оси изолятора до заземлённой стенки. Наиболее предпочтительной является форма усеченного конуса. Этому требованию отвечают изоляторы чешского производства, у которых высота составляет 500 мм, а внутренние диаметры – нижний и верхний, - соответственно, равны 400 и 295 мм. Опыт эксплуатации чешских изоляторов показал их высокую электрическую и механическую прочность.

Для очистки внутренней поверхности изолятора от отложений пыли используются отверстия в шапке изолятора. В настоящее время разработана конструкция шапки изолятора со съёмными пластинами с овальными отверстиями. Для периодической очистки внутренней поверхности опорно-проходных изоляторов на их шапках смещают пластину и через овальное отверстие производят протирку загрязнённой внутренней поверхности, что значительно упрощает обслуживание.

Конструкция электрофильтра с новой шапкой изолятора защищена патентом РФ № 75962.

2.3.2 Изолятор тяги механизма встряхивания коронирующих электродов

Изолятор тяги электрически изолирует привод механизма встряхивания коронирующих электродов от частей конструкции, находящихся под высоким напряжением. Используемые до настоящего времени в качестве изолятора стеклотекстолитовые трубки на основе эпоксифенольного связующего, имеют низкую надежность, выражающуюся в электрическом пробое с последующим разрушением. С увеличением в новых электрофильтрах уровня напряжения стеклотекстолитовые изоляторы требуют частой замены и резко снижают среднюю эксплуатационную эффективность очистки газа. В настоящее время в качестве изолятора тяги применён полимерный изолятор, состоящий из высокопрочного стеклопластикового стержня с защитной оболочкой из кремнийорганической резины, обладающей повышенной гидрофобностью и трекинговостойкостью. Другие преимущества изолятора связаны с высокой ударопрочностью, а также прочностью при изгибе, высокой электрической прочностью (длина пути утечки в два раза больше), малым весом (в 3 раза легче фарфорового аналога) и низких расходов при обслуживании.

Опыт эксплуатации полимерного изолятора в условиях работы электрофильтров подтвердил его высокую надежность.

Конструкция электрофильтра с новым изолятором защищена патентом РФ № 75962.

2.3.3 Приводы механизмов встряхивания электродных систем.

Для механизмов встряхивания осадительных и коронирующих электродов разработаны приводы на базе цилиндрично-червячного мотор-редуктора компании «SEW-EURODRIVE».

Предлагаемый привод имеет скорость вращения выходного вала около 0,2 об/мин. По результатам многолетних наблюдений эта скорость обеспечивает нормальную работу как молоткового устройства встряхивания, так и пылевыгрузных устройств при эксплуатации электрофильтров в различных отраслях промышленности.

В отличие от отечественного аналога мотор-редуктор «SEW-EURODRIVE» более чем в 3 раза легче и имеет возможность располагаться на валу механизма встряхивания как минимум в 3-х положениях: вертикальном, правом и левом. Это позволяет реализовать различные компоновочные варианты.

Преимущество мотор-редуктора компании «SEW-EURODRIVE» заключается еще и в том, что для обеспечения режима вращения вала со скоростью 0,2 об/мин не требуется частотный преобразователь, а также различные устройства, обеспечивающие надежную работу мотор-редуктора с преобразователем.

Предлагаемые приводы взаимозаменяемы с приводами, ранее применёнными для комплектования аппаратов типа ЭГА, ЭГБМ, ЭГВ, ЭГД и других. Они не требуют технического обслуживания, так как

редукторы «SEW-EURODRIVE» заполнены маслом в соответствии с минимальной температурой воздуха, и в течение всего срока эксплуатации не требуется замена масла.

Опыт многолетнего применения приводов на базе мотор-редукторов «SEW-EURODRIVE» подтверждает их высокую надежность.

3. Новые конструктивные решения в рукавных фильтрах

3.1 Описание фильтра

Рукавный фильтр построен по так называемой модульной схеме. Каждый модуль представляет собой изолированную по газу ячейку (секцию) с рукавами и системой регенерации рукавов, оснащённую отключающими клапанами и индивидуальным бункером. Для доступа к рукавам каждая секция фильтра снабжена снимаемыми крышками с надёжным силиконовым уплотнением. Монтаж и замена рукавов производится сверху фильтра – персоналу внутри аппарата находиться нет необходимости.

Конструкция рукавного фильтра позволяет производить в любое время отключение каждой секции по входу и выходу газа для выполнения срочных работ (ремонт, осмотр и замена рукавов) без остановки технологического процесса и нарушения режима работы установки очистки газов.

Очищаемый газ из коллектора грязного газа поступает в секции фильтра через входные отключающие клапаны. Отключающие клапаны шиберного типа на входе в секции просты, надёжны и удобны в эксплуатации при расположении между бункерами фильтра. В качестве приводов клапанов применены пневматические цилиндры ведущих европейских производителей (SMC, KAMAZZI) с датчиками положения штоков, используемых в системе автоматического управления работой рукавного фильтра.

Для обслуживания входных отсекающих клапанов вдоль коллектора грязного газа на уровне бункеров установлены трапы.

После фильтрования через материал рукавов газ из камеры очищенного газа через отключающие клапаны на выходе секции поступает в коллектор очищенного газа и далее в выходной газопровод.

Особенность конструкции отключающих клапанов жалюзийного типа на выходе секции позволяет производить их выемку из корпуса фильтра для ремонта или замены без остановки технологического оборудования.

В качестве приводов отключающих клапанов на выходе секций применены компактные пневматические приводы «PRISMA» производства фирмы «MECANICA PRISMA» (Испания) с блоком конечных выключателей сигнализации крайних положений, используемых в системе автоматического управления работой рукавного фильтра.

3.2 Система регенерации

Среди огромного количества конструкций рукавных фильтров наибольшее распространение получили фильтры с регенерацией рукавов импульсами сжатого воздуха.

Применение распределяющих труб без специально сформированных сопел (сверлёные отверстия) имеет существенные недостатки:

- направление струи для регенерации зачастую не совпадает с продольной осью рукава;
- форма и структура струи далека от оптимальной;
- снижена интенсивность воздушного импульса из-за высокого аэродинамического сопротивления отверстия.

Исследования, выполненные лабораторией газодинамики МЭИ, позволили разработать конструкцию узла регенерации рукавов (раздающая труба, сопло, труба Вентури), обеспечивающего максимальное увеличение импульса давления воздуха в рукаве при меньшем расходе воздуха, а также снижение аэродинамического сопротивления фильтровальной секции.

Регенерация рукавов каждой секции производится импульсами сжатого воздуха, подаваемыми воздушными клапанами фирмы «ASCO NUMATICS» (Нидерланды) сверху в расположенные ряды рукава поочерёдно в автоматическом режиме по командам микропроцессорной системы управления регенерацией. Для лучшей регенерации рукавов (в зависимости от вида пыли) может производиться автоматическое отключение соответствующей секции по выходу на время выполнения данного цикла работы фильтра.

Современная микропроцессорная система управления на базе программируемых контроллеров «SIEMENS» обеспечивает:

- управление приводами отключающих клапанов и регенерацию рукавов по заданному алгоритму;
- постоянный контроль наличия и необходимого уровня давления сжатого воздуха в клапанных секциях;
- появление короткого замыкания или разрыва в электрических цепях импульсных клапанов;
- контроль температуры газа на входе в фильтр;
- измерение перепада давления между входом и выходом фильтра;
- управление работой системы выгрузки пыли из фильтра;
- контроль уровня золы в бункерах;
- связь с АСУ ТП верхнего уровня;
- выдачу аварийного сигнала в случае неполадок.



Презентация фирмы ZVVZ-Enven Engineering, a.s. (Чехия), в лице 100% дочерней компании
ООО «ЗВВЗ-М».

Достал Павел, Генеральный директор ООО "ЗВВЗ-М"
Гертье Владимир Иванович, Главный инженер

Предприятие ЗВВЗ Груп - ZVVZ Group - это предприятие с многолетней историей:

- **Традиция** – учреждение предприятия в 1948 г.
- **Надежность** – коллектив опытных специалистов
- **Качество** – высокий уровень технологической оснастки, обеспечивающий качественное производство

АО ЗВВЗ

"Поставщик оборудования для экологии"

АО ЗВВЗ является современной фирмой европейского уровня и принадлежит к самым крупным производителям и поставщикам комплексного ассортимента воздухотехники. Ее продукты – это вклад для чистоты окружающей среды. Фирма была учреждена в 1948 г., имеет многолетнюю традицию, опытную команду специалистов и современную производственную базу. Этим обеспечено высокое качество изделий и предоставляемых Услуг.

Див. Кондиционирование Это производство воздухотехнических изделий, трубопроводов 1 группы для вентиляции и кондиционирования воздуха, а также для комплектации систем распределения воздуха

Дивизия Производство Это производство электростатических и тканевых фильтров, клапанов, задвижек и других элементов трубопроводов включая специальные фильтры для атомных электростанций

Дивизия Вентиляторы Занимается изготовлением и поставкой аксиальных и радиальных вентиляторов.

Мегтек Совместное производство с фирмой **MEGTEC** (США) в области термического сжигания, прежде всего для полиграфической промышленности

ООО «ЗВВЗ-М» дочернее предприятие АО ЗВВЗ-Энвен Инжиниринг - это инжиниринговое предприятие которое:

- решает всевозможные задачи поставленные заказчиком;
- проектирует, и занимается окончательной реализацией оборудования;
- для очистки газов от твердых и газообразных загрязняющих веществ;

Также занимается:

- оборудованием для пневматического транспорта сыпучих материалов;
- оборудованием по фильтровальным установкам и вентиляции атомных электростанций;
- вентиляции промышленных объектов, шахт, тоннелей и метрополитенов, вентиляция и кондиционирование зданий.



Основные виды деятельности:

А. Поставки:

- Рукавных фильтров
- Электрофильтров и механических фильтров
- Пневматического транспорта для сыпучих материалов
- Кондиционеров и теплообменников
- Оборудования для кондиционирования и вентиляции, в том числе и для атомных электростанций
- Фильтровального оборудования и запорную арматуру, в том числе и для атомных электростанций

В. Службы и обслуживание:

- Разработка проектной документации
- Реализация оборудования под ключ
- Монтажные работы
- Ремонт и реконструкция действующего оборудования
- Техобслуживание и консультационные услуги

Рукавные фильтры pulse-jet типов EFV, EFP on-line, EFP off line:

- Компактные рукавные фильтры, вентиляционные EFV, до 9 000 м³/ч и 140 °С
- Однокамерные рукавные фильтры EFP с регенерацией сжатым воздухом во время эксплуатации фильтра on-line, до 500 000 м³/ч. Максимальная температура 260 °С
- Многокамерные рукавные фильтры EFP с последовательной регенерацией каждой камеры сжатым воздухом в режиме off-line, производительность от 100 000 м³/ч и максимальная температура 260°С
- Крепление фильтровальных рукавов оригинальной системой snap-ring, применение различных фильтровальных материалов



Электрические фильтры типа ЕКО, ЕМО, ЕКР, ЕКГ, ЕКН, ЕКК:

тип электрофильтра	ЕКО	ЕМО	ЕКН	ЕКГ	ЕКК	ЕКР
эффективное количество газов (м ³ /ч)	3 000 - 40 000	40 000 - 120 000	36 000 - 1 900 000	36 000 - 1 800 000	36 000 - 1 900 000	36 000 - 1 800 000
потеря давления	макс. 150 Па	макс. 150 Па	макс. 250 Па	макс. 250 Па	макс. 250 Па	макс. 250 Па
Входная температура	350 °С макс. +450 °С	350 °С макс. +450 °С	350 °С, макс. +450 °С	350 °С макс. 450 °С	350 °С макс. 450 °С	350 °С макс. +450 °С
разряжение	макс. 4,5 кПа	макс. 4,5 кПа	макс. 15 кПа	макс. 15 кПа	макс. 15 кПа	макс. 15 кПа
расстояние между электродами	300 мм	300 и 400 мм	500 мм	350 мм	400 мм (с 300 до 500)	300 мм
высота	с 2 до 3 м	с 3,5 до 5,5 м	с 6 до 15 м	с 6 до 15 м	с 6 до 16,5 м	с 6 до 15 м



Энергетика - Комплексные реконструкции угольных блоков ЭС АО ЧЕЗ:

АО ЗВВЗ-Энвен Инжиниринг, в рамках программы реконструкции угольных блоков электростанций АО ЧЕЗ, принимает участие в:

- комплексной реконструкции электростанции Тушимице II
- комплексной реконструкции электростанции Прунержов II
- стройке нового источника 660 МВт в электростанции Ледвице.



Комплексная реконструкция электростанций Тушимице II, Прунержов II - „Партии за котлами“:

I. Электростанция Тушимице II (ЭТУ II)

- Реконструкция 4 существующих блоков, новая номинальная электрическая мощность 200 МВт/блок
- Новые котлы PG575, которые будут размещены на существующую опорную конструкцию
- Котлы решены как прямоточные, с двумя отводными каналами и с грануляционной топкой и прямым вдуванием угольного порошка в секции горелок, с перегревателями и подогревателями пара

II. Электростанция Прунержов II (ЭПРУ II)

- Реконструкция 3 блоков, новая номинальная электрическая мощность 250 МВт/блок
- Комплексный замен существующих барабанных грануляционных котлов на прямоточные с повышенными параметрами пара и с повышенной тепло- и электро мощностью
- Воздушный и дымоотводный тракты решены одноветковыми, э.зн. с одним регенеративным обогревом воздуха, одним воздушным и одним дымоотводным вентиляторами.

Комплексная реконструкция ЭТУ II „Партия за котлами“

Техническое решение „Партии за котлами“

- Компоновка „Партии за котлами“ - блочная А, В, С, D
- Вся комплексная реконструкция распределена в два этапа (1-й этап С+D, 2-й этап А+В)
- Продукты сгорания из отдельных котлов приведены дымоводами в два параллельных электрофилтра (ЭФ) и выходят в один дымоотводный вентилятор
- За вентилятором происходит соединение потоков дыма из двух блоков двойного блока в общий трубопровод для сероочистки



Технические параметры „ Партии за котлами“

- Номинальный объем дымов около 1,09 млн. м³/ч и макс. 1,3 млн. м³/ч
- Входная концентрация золы до 80 г/Нм³
- Гарант. вых. концентрация твердых веществ (ТВ) макс. 100 мг/Рм³
- Гарант. неплотность дымоводов макс. 2,5 % (50-105% ном.мощн.)
- Гарантированная надежность мощности оборудования мин. 98 %

Поставки „ Партии за котлами“:

- 4 трехсексионных ЭФ (блоки А, В, D – реконстр.ориг., блок С – новый)
- Дымоводы (входный, выходный, соединительный, бай-пасс KV, выходный в тракт сероудаления)
- 4 воздушных вентилятора (аксиальные вентиляторы с регулировкой поворота лопастей)
- 4 рециркуляционных вентилятора (радиальные вентиляторы высокого давления со защитой раб. колеса от повышенной абразивности золы)
- 4 дымовых вентилятора (аксиальные вентиляторы с регулировкой поворота лопастей)
- Опорные конструкции
- Теплоизоляции и окраски

Деятельности „Партии за котлами“:

- Комплектная проектная документация (Студия КО ETUII, IFD - In front design, RD – документация по реализации)
- Комплексный демонтаж существующего оборудования
- Компл. монтаж нового оборудования вкл.приведения в эксплуатацию

В настоящее время проводятся работы, связанные с введением в эксплуатацию оборудования I-этапа, блоков С и D. После успешного введения в эксплуатацию двух блоков будет произведена остановка остальных блоков и будет начат второй этап, который должен быть закончен в конце 2010г.



Вид на сероочистку, существующее состояние

Комплексная реконструкция ЭПРУ II „Партия за котлами“

Техническое решение „Партии за котлами“

- Дымоводный тракт решен в одноветковой компоновке
- Дымовод за воронкой под Лjungстремем (Ljungström) делится в две параллельных ветки одного электрического фильтра (ЭФ)
- Дымоводы за выходными частями ЭФ соединены в один выходной дымовод
- Отвод в охладительные башни обеспечивает один аксиальный дымовой вентилятор с гидравлическим поворотом лопастей и с затворными клапанами

Технические параметры „Партии за котлами“

- Номинальный объем дыма около 1,03 млн. м³/ч и макс. 1,3 млн. м³/ч
- Входная концентрация золы до 90 г/Нм³
- Гарант. вых. концентрация твердых веществ (ТВ) макс. 50 мг/Рм³
- Гарант. неплотность дымоводов макс. 2,5 % (50-105% ном.мощн.)
- Гарантированная надежность мощности оборудования мин. 98 %

Поставки „Партии за котлами“:

- 3 ЭФ (для каждого блока один удвоенный четырехсекционный ЭФ)
- Дымоводы (входной, выходной, соединительный, бай-пасс дымоводов, выходной в тракт сероудаления вкл. затворного клапана)
- Опорные конструкции (обсуждение существующих ОК под ЭФ, новая разносительная рамка)
- Теплоизоляции и окраски

Деятельности „Партии за котлами“:

- Комплектная проектная документация (Студия КО 11 ЭПРУII, оптимализация КО ЭПРУII, BD – Basic Design, RD – документация по реализации)
- Комплексный демонтаж существующего оборудования
- Компл. монтаж нового оборудования вкл.приведения в эксплуатацию

Ход реализации КР ЭПРУ II



Новые технические решения - ЭТУ II, ЭПРУ II. Общие черты технического решения:

- Вместо удвоенного (тандемного) решения воздушных и дымовых вентиляторов, которое приводило в случае выхода из строя одной машины эксплуатацию блока с пониженной мощностью, теперь твердо внедряется правило 1 блок, 1 воздушный, 1 дымосос с требуемой рабочей надежностью 98 %.
- Это решение позволило понизить инвестиционные расходы и требования по пространству, которые у комплексных зданий ограничены существующей застройкой.
- Отменены все ранее применяемые обводы (бай-пассы), так как нельзя выпускать в атмосферу неочищенные продукты сгорания. В прошлом во время аварийных ситуаций такое было возможно.
- Это решение существенно увеличивает требования к надёжности оборудования, прежде всего дымососа, а также требования по решению аварийных ситуаций, включая полного коллапса сети (black-out).
- Традиционная доминанта электростанций – высокая дымовая труба – станет историей.
- Отменены подкрепляющие дымососы поставляемые в 90-х годах в связи с сероудалением как подкрепление первоначальных дымососов. Тем самым существенно возросли требования по рабочим мощностным параметрам новых вентиляторов, которые в случае дымовых являются двуступенчатыми, у воздушных вентиляторов двух степеней поворотов и в обоих случаях с поворотом лопастей рабочего колеса в течение хода машины.
- Для двух блоков 200 МВт – одна установка для сероудаления мокрой известняковой промывкой с выходом очищенных газов в существующие охладительные башни.
- Оба блока на стороне очищенных газов соединены, что позволяет решить аварийную обстановку выхода из строя вентилятора и тем самым выхода из строя всего одного блока вентилятором другого блока, который по короткое время нужное для вентиляции аварийного блока повысит свою мощность до максимума и понизит мощность своего блока.
- Вентиляция котлов во время блек-аута (black-out) решена выбегом вентиляторов, который должен преодолеть критическое время нужное для запуска запасного источника для рециркуляционного вентилятора.

Новый источник 660 МВт Электростанция Ледвице - „Партия за котлами“

Характеристика нового блока ЭЛЕ:

- Первый блок с сверхкритическими параметрами пара, которые обеспечивают достижение высокой общей эффективности производства электроэнергии и понижение эмиссий CO₂
- Самая большая установленная электрическая мощность блока 660 МВт в ЧР расположенная на территории ЭЛЕ без требований по его расширению

Характеристика „Партия за котлами“:

- Обеспечение вывода продуктов сгорания из новой котельной блока 660 МВт через установку сероочистки (PS 09) вплоть до охладительной башни
- Отвод золы от воронок под регенеративным обогревателем воздуха
- Золоулавливание большей части золы из продуктов сгорания
- Транспорт сепарированной золы в межсилосы нового источника, в основные силосы золы нового источника и в существующий силос золы №1

Поставки „Партии за котлами“:

- 2 ЭФ (утроенные, четырехсекционные)
- Дымоводы (входные, выходные)
- Пневмотранспорт золы от воронок ЭФ и Лjungстрема(Ljungström) в межсилосы
- Пневмотранспорт золы из межсилосов в основные силосы и до существующего силоса золы №1
- Межсилосы золы
- Опорные конструкции

Деятельности „Партии за котлами“:

- Комплектная проектная документация (Студия NZ ELE, BD – Basic Design, DD – detail design), документация подлежит процессу одобрения Шкода Прага Инвест
- Комплексный монтаж нового оборудования вкл. приведения оборудования в эксплуатацию

Технические параметры „Партии за котлами“:

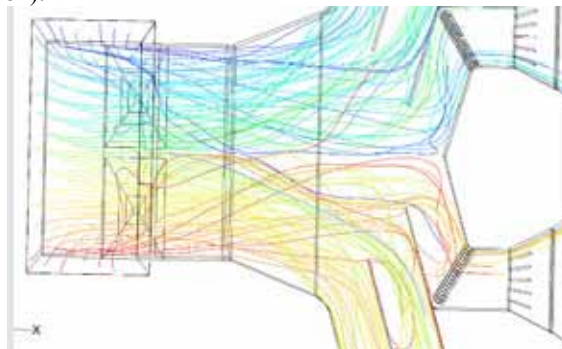
- Номинальный объем продуктов сгорания около 1,95 млн. Нм³/ч и макс. 2,26 млн. Нм³/ч
- Входная концентрация золы до 120 г/Нм³

Гарантированные параметры „Партии за котлами“:

- Выходная концентрация ТВ за ЭФ макс. 50 мг/Рм³
- Выходная концентрация ТВ за силосами пневмотранспорта макс. 20 мг/Рм³
- Гарант. неплотность дымоводов макс. 2,5 % (50-105% ном.мощн.)
- Минимальная надежность мощности ОВ03 99 %
- Максимальная температура поверхности оболочки 50оС
- Максимальный уровень акустического давления макс. 85 dB (A)
- Транспортная мощность пневмотранспорта
- Расход сжатого воздуха
- Собственное потребление электроэнергии

Новые технические решения – ЭЛЕ:

- Параллельных утроенных 4-секционных ЭФ с активной высотой электродов 16,5 м с общей осадочной поверхностью 113 тыс.м² и горизонтальном размеру 40х25 м.
- Один дымовой аксиальный нагнетательный вентилятор с регулировкой поворота лопастей во время работы рабочего колеса с установленной мощностью 12,65 МВт.
- Пневматический отвод золы из воронок ротационного обогревателя воздуха и ЭФ в межсилосы и дистанционный транспорт золы из межсилосов в экспедиционные силосы с мощностью макс. 253 т золы в час.
- Дымоводы с размерами 13 х 5,5 м, решение формы которых требует математическое моделирование протока и конструкционное решение включая опорных конструкций должно отвечать требованиям сейсмической прочности при затрудненных условиях фундаментных работ стальных конструкций (включая ЭФ и межсилосов).
- Высокие требования по рабочей надежности оборудования (99 % в гарантийном сроку), которое будет работать с двухлетним периодом текущих ремонтов, что представляет 17 520 рабочих часов до времени планированной отставки в 21 дней.
- Требуемое время срока службы источника до 2035 г.
- Дымоводы размеров 13 х 5,5 м, решение формы которых требует математическое моделирование протока и конструкционное решение включая опорных конструкций должно отвечать требованиям сейсмической прочности при затрудненных условиях фундаментных работ стальных конструкций (включая ЭФ и межсилосов).



Сравнение параметров 3 электростанций:

Электро-станция	Электро-мощность	Объем продуктов сгорания	Макс. объем продуктов сгорания	Входная концентрация ТВ	Гарант. концентрация ТВ за ЭФ	Надежность оборудования	Приведение в эксплуатацию
КР ЭТУ II	4 x 200 МВт	1,09 млн. м ³ /ч	1,3 млн. м ³ /ч	80 г/Нм ³	100 мг/Рм ³	98 %	2010 г.
КР ЭПРУ II	3 x 250 МВт	1,3 млн. м ³ /ч	1,41 млн. м ³ /ч	90 г/Нм ³	50 мг/Рм ³	98 %	2012 г.
Нов. ЭЛЕ	1 x 660 МВт	1,95 млн. Нм ³ /ч	2,26 млн. Нм ³ /ч	120 г/Нм ³	50 мг/Рм ³	99 %	2014 г.

ПРИМЕРЫ РАБОТ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ:

Металлургия - Очистение агломерата – ЭФ

Изделие:	ЕКГ 1-32-12-6-3-100-4-1
Референция:	ZZ/VZ
Заказчик:	АО АК Павлодар, КАЗ
Пользователь:	АО АК Павлодар, КАЗ
Промышленность:	Металлургия
Технология:	Спекание подготовка сырья (ЭФ 14)

Проток:	650 000 м ³ /ч, (507 600 Нм ³ /ч)
Температура:	60 °С
Давление:	-3,6 кПа
Количество секций:	3 шт.
Осадочная площадь:	8 847,36 м ²
Сечение протока:	134,4 м ²
Сорт отделяемой пыли:	Агломерационная пыль
Входная концентрация:	15 г/Нм ³
Гарантированная конц.:	50 мг/Нм ³
Выходная конц. измеренная:	<50 мг/Нм ³



Металлургия - Очистение заливочных площадок – ЭФ

Изделие:	ЕКН 2-40-12-3-6-100-3,5-1
Референция:	ZZ/VZ
Заказчик:	ООО Ми Фи Бу Скелетинг, Кошице, Словакия
Пользователь:	Азовсталь Мариуполь, Украина
Промышленность:	Металлургия
Технология:	Очистение литейного цеха от пыли

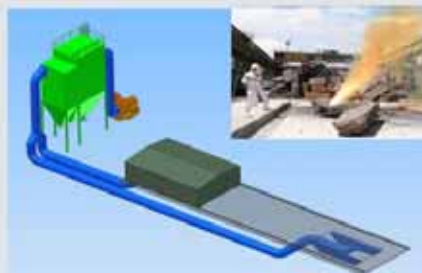
Проток:	900 000 м ³ /ч
Температура:	60 - 90 °С
Давление:	-3,5 кПа
Количество секций:	3 шт.
Осадочная площадь:	11 059,2 м ²
Сечение протока:	240 м ²
Сорт отделяемой пыли:	Металлургическая пыль
Входная концентрация:	1,5 г/Нм ³
Гарантированная вых. конц.:	50 мг/Нм ³
Выходная конц. измеренная:	<50 мг/Нм ³



Металлургия – Рабочее место для разбивки лигатура - РФ

Изделие:	EFP-1-5,5-312-D6
Референция:	ZK00720/V C01627/07072009
Заказчик:	ArcelorMittal Ostrava a.s., ЧР
Пользователь:	ArcelorMittal Ostrava a.s., ЧР
Промышленность:	Металлургия
Технология:	Очищение рабочего места для разбивки лигатура

Проток:	65 000 м³/ч
Температура:	150 °C
Давление:	-5 кПа
Количество модулей:	1 шт.
Сечение фильтрации:	845,5 м²
Фильтровальная материя:	PES
Сорт отделяемой пыли:	Металлургическая пыль
Входная концентрация:	- г/Нм³
Гарантированная вых. конц.:	10 мг/Нм³
Вых. конц. измеренная:	< 10 мг/Нм³



Строительство - Стабилизатор за вращающейся печью

Изделие:	SKA- 6,5-26,35
Референция:	ZL0394/V C329
Пользователь:	ЦЕММАЦ Хорне Сръе, Словакия
Промышленность:	Строительство
Технология:	Градирня за вращающейся печью и охладитель клинкера, мощность печи 1200 т/сутки
Заказчик:	ЦЕММАЦ Хорне Сръе, Словакия

Рабочий диаметр активный:	6,5 м
Давление воды в жиклере:	3,5 МПа
Проток измеренный:	150 000 Нм³/ч
Расход воды:	8820 л/ч
Температура входная:	238°С
Температура выходная:	150°С
Количество жиклеров:	14 шт.
Активная высота:	26,36 м
Тип жиклера:	Леклер – РСЗ
Рабочий диаметр активный:	6,5 м



Строительство - Байпас хлора - РФ

Изделие:	EFP-2-6,0-444-D6
Референция:	ZK0593/V C1363/31052007
Заказчик:	АО ХОЛЦИМ (ЧР), Ц.З.Праховице
Пользователь:	АО ХОЛЦИМ (ЧР), Ц.З.Праховице
Промышленность:	Строительство
Технология:	Удаление пыли байпаса хлора

Проток:	146 200 м³/ч (200°С)
Температура:	200, макс. 250°С
Давление:	макс -3,5 кПа
Количество модулей:	2 шт.
Сечение фильтрации:	2 486,4 м²
Фильтровальная материя:	PTFE
Сорт отделяемой пыли:	Отходы пыли из вращающейся печи со содержанием хлора и серы
Входная концентрация:	30 г/м³
Гарантированная вых. конц.:	10 мг/Нм³
Вых. конц. измеренная:	<10 мг/Нм³



**Строительство – Мельница цемента
– Реконструкция ЕФ на РФ**

Изделие:	EFP-14,3-672-D6
Референция:	ZK500/VC01436/09052006
Заказчик:	HOLCIM (Slovensko) a.s., Рогожник, СК
Пользователь:	HOLCIM (Slovensko) a.s., Рогожник, СК
Промышленность:	Строительство
Технология:	Мельница цемента, PC2, L-48

Проток:	м ³ /ч
Температура:	70-120 °С
Давление:	~5 кПа
Количество модулей:	1 шт.
Сечение фильтрации:	1371 м ²
Фильтровальная материя:	PES
Сорт отделяемой пыли:	цемент
Входная концентрация:	40 г/Нм ³
Гарантированная вых. конц.:	10 мг/Нм ³
Вых. конц. измеренная:	< 10 мг/Нм ³



Почему необходимо выбирать именно наше оборудование?

- Присутствие на рынке уже 60 лет
- Коллектив - опытные специалисты
- Высокий уровень технической и технологической оснастки предприятия
- Сотни довольных клиентов
- Индивидуальный подход к каждому заказчику
- Представительства в многих странах Европы

ООО «ЗВВЗ-М»

Россия, Москва

Ул.Новокузнецкая, д.7/11, стр.1

Тел/факс: +7 495 926 80 74

E-mail: zvvez@zvvez.ru

www.zvvez.ru



SPRAY DRY ABSORPTION. РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ АБСОРБЦИЯ. Краткое описание процесса и основные отличия от системы мокрой сероочистки дымовых газов. (GEA Process Engineering A/S, Дания)

*Mogens Rubner-Petersen, Product Specialist
GEA Process Engineering A/S (Дания)*

Введение:

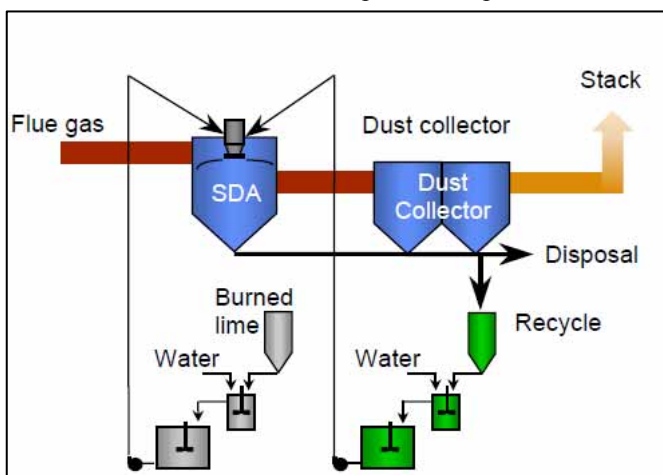
Известны две основные технологии для удаления SO₂ из дымовых газов, выбрасываемых, например, на электростанциях, - это мокрая сероочистка на основе известняка и сухая, на основе извести. Свыше 95% современных электростанций в мире применяют ту или иную технологию.

Далее речь пойдет об основных характеристиках мокрой и сухой системы сероочистки дымовых газов, а также об их преимуществах и недостатках. Прежде всего, стоит отметить, что сухая технология включает два основных процесса: распылительную абсорбцию и циркуляционную сушку в кипящем слое, где первая занимает ведущее место. Распылительная абсорбция часто именуется как «полусухая» система очистки дымовых газов из-за использования влажного абсорбента и экстракции сухого конечного продукта.

Процесс распылительной абсорбции

Процесс распылительной абсорбции GEA Niro, предназначенный для сероочистки дымовых газов, – известная и отработанная технология. Она проста с точки зрения проектирования и эксплуатации, так как в основе ее лежит модуль распылительной абсорбции, включающий центробежный распылитель, тканевый фильтр для отделения конечного продукта и система подготовки сырья. Процесс распылительной абсорбции можно кратко описать так:

Горячий, необработанный дымовой газ подается в камеру распылительной абсорбции через газовый распределитель, где происходит контакт со струей известкового молока / реагента (средний размер капли ≈ 50 мкм). Кислотные компоненты дымового газа быстро поглощаются и нейтрализуются мельчайшими щелочными каплями, и одновременно происходит испарение воды. Регулирование подачи газа, скорости



потока известкового молока и размера капель позволяет высушить капли до того, как они коснутся стенок камеры абсорбера.

Часть сухого продукта, состоящего из зольной пыли и продуктов реакции, оседает на дно камеры абсорбции и выводится из системы.

Обработанный дымовой газ поступает в камеру пылеулавливания (тканевый или электростатический фильтр), где удаляются остаточные твердые частицы, а газ направляется вытяжным вентилятором к дымовой трубе (рис. 1)

Рис. 1: Типовая схема процесса распылительной абсорбции

Во многих системах распылительной абсорбции GEA Niro предусмотрен частичный возврат сухого продукта в систему подготовки реагента. Система рециркуляции обладает следующими преимуществами:

- Концентрация твердых веществ в сырье находится на уровне, позволяющем оптимальное распыление, абсорбцию и сушку в системе сероочистки.
- Избыточная известь, которая содержится в рециркулируемом материале, может быть использована для абсорбции, что означает значительную экономию в потреблении извести.

В зависимости от специфических условий площадки может оказаться предпочтительней более простая система в одну линию («одноходовая»), если не принимать во внимание сниженные инвестиционные и несколько более высокие эксплуатационные затраты по сравнению с системой рециркуляции. Обычно в

пользу рециркуляции продукта говорят требования, предполагающие высокий уровень концентрации SO₂ на входе и низкий – на выходе.

Распылительные абсорберы для сероочистки дымовых газов стали широко популярны после того, как они были впервые разработаны в США в конце 70-х годов XX века. Эта технология прочно обосновалась на электростанциях, использующих тепло горения полезных ископаемых где, как правило, сжигается немного малосернистого угля и может потребоваться очистка от очень большого количества остатков SO₂. Процесс распылительной абсорбции GEA Niro на сегодняшний день уже установлен на электростанциях по всему миру общей мощностью свыше 23 000 МВт.

Система мокрой сероочистки дымовых газов

В основе технологий мокрой сероочистки лежит принцип полного насыщения дымового газа путем распыления жидкого абсорбирующего раствора в газовую среду, или путем орошения газа абсорбирующим раствором. В обоих случаях образуется достаточная площадь для массопередачи кислотных загрязнителей из газовой фазы в жидкую фазу. В принципе такой процесс очень похож на технологию сухой очистки; создание контакта между двумя фазами необходимо для любой реакции. Только в системе мокрой сероочистки насыщение дымового газа является полным, что подразумевает повторный нагрев очищенного дымового газа и общие меры по предупреждению коррозии и защите абсорбера, магистральных трубопроводов и механизмов.

Кислотные загрязнители вступают в реакцию с растворенным абсорбентом и образуют гипс CaSO₄*H₂O после полного окисления в резервуаре абсорбера. Кристаллы гипса некоторое время растут перед удалением воды из шлама, а промытый конечный продукт может быть в дальнейшем переработан в сухую гипсовую штукатурку и т.п. Часть фильтрата после сушки направляется на установку химической и физической очистки сточных вод, и далее на сброс.

Длительное время нахождения в абсорбере, где завершаются разнообразные промежуточные реакции, позволяет использовать размолотый известняк в качестве абсорбента. Такой абсорбент довольно дешев, а условия благоприятствуют практически полному его использованию.

Конечно, существует огромное количество технологий мокрой сероочистки, каждая из которых имеет свои отличительные черты, но все они следуют основным вышеуказанным принципам. GEA Niro не поставляет системы мокрой сероочистки, поэтому более подробное описание этой технологии лучше оставить специалистам.

Сравнение технологий мокрой и сухой сероочистки дымового газа.

Как уже было сказано, между процессом мокрой и сухой сероочистки газа имеется существенная разница. Основные технические отличия представлены ниже. Следует отметить, что процесс сухой сероочистки в благоприятных условиях способен обеспечить такой же высокий уровень удаления SO₂, как и система мокрой сероочистки, однако, впоследствии стехиометрия извести возрастет пропорционально требованиям по загрузке и удалению SO₂.

	Процесс сухой сероочистки	Процесс мокрой сероочистки
Абсорбент	<i>Известь (CaO)</i>	<i>Известняк (CaCO₃)</i>
Конечный продукт	<i>CaSO₃, CaCl₂ + другие</i>	<i>Гипс (CaSO₄*2H₂O) + сточные воды</i>
Эффективность удаления SO₂	<i>80 – 99 %</i>	<i>80 – 99 %</i>
Эффективность удаления SO₃	<i>~ 100 %</i>	<i>~ 40 – 50 %</i>
Конструкционный материал абсорбера	<i>Нержавеющая сталь</i>	<i>Высоколегированная сталь или футерованная углеродистая сталь</i>
Необходимость повторного нагрева чистого газа	<i>Нет</i>	<i>Да (или операции в выхлопной трубе)</i>
Потребление электроэнергии (% от мощности)	<i>~ 0,6</i>	<i>1,0 - 1,5</i>
Сточные воды	<i>Нет</i>	<i>Да</i>

Уникальное удаление SO₃ с помощью распылительной абсорбции является значительным преимуществом, поскольку вся линия очистки дымового газа, включая абсорбер, может быть выполнена из простой нержавеющей стали. Тот факт, что в процессе сухой очистки не происходит насыщения дымового газа, и нет выброса сточных вод, подразумевает, что в этом процессе потребление воды ниже, чем в процессе мокрой очистки. Кроме того, для распылительной абсорбции возможно использование воды низкого

качества, например сточной или морской. Очевидно, каждая из основных технологий находит применение в специфической области в зависимости от условий и требований, например к уровню выбросов, стоимости абсорбентов и т.д.

Независимая организация Sargent & Lundy LLC в 2007 году в оценке различных технологий очистки сравнила распылительную абсорбцию, циркуляционную сушку в кипящем слое и систему мокрой сероочистки по такому параметру, как стоимость монтажа и эксплуатации для электростанции мощностью 400 и 500 МВт. Основной результат этой оценки приведен в таблице:

Индекс стоимости технологий, приводимый для трех уровней концентрации серы										
		1800 мг/м ³ (630 ppm)			2500 мг/м ³ (875 ppm)			3750 мг/м ³ (1300 ppm)		
		Мокрая очистка	Циркуляционная сушка	Распылительная абсорбция	Мокрая очистка	Циркуляционная сушка	Распылительная абсорбция	Мокрая очистка	Циркуляционная сушка	Распылительная абсорбция
Капитальные затраты	Новая установка, 500 МВт	100	84	81	100	81	79	100	82	79
	Новая установка, 400 МВт	100	76	74	100	74	72	100	74	72
	Модерн. установка 500 МВт	100	86	84	100	82	81	100	86	83
	Модерн. установка 400 МВт	100	77	75	100	75	73	100	75	73
Эксплуатация и техобсл	Установка 500 МВт	100	96	92	100	111	103	100	133	120
	Установка 400 МВт	100	91	88	100	105	98	100	141	127

Комментарии:

- Стоимость конечного продукта, как например, стоимость продажи или захоронения отходов не учитывались.
- Сравнение проводилось на основе 95% удаления, более низкие требования изменили бы баланс.
- Стоимость реагента: 15 USD / тонна известняка и 75 USD / тонна извести.

В таблице видно, что наименьшие инвестиционные расходы требуются для системы сухой очистки, независимо от мощности установки и содержания серы в угле. Из-за относительно высокой стоимости абсорбента стоимость эксплуатации и техобслуживания процесса сухой очистки при более высоком уровне содержания серы в угле превысит стоимость эксплуатации процесса мокрой очистки. Тем не менее, в случае низкого или среднего содержания серы в угле общая оценка двух типов капитальных и эксплуатационных расходов снизится в пользу распылительной абсорбции.

Эксплуатация установки распылительной абсорбции

Сейчас в мире эксплуатируется свыше 150 установок распылительной абсорбции GEA Niro, и строится еще 12 установок. Некоторые из них уже довольно старые, но все еще отвечают изначальным требованиям и даже решают новые, более серьезные задачи. Таким примером может служить установка распылительной абсорбции Fynsværket, установка 7, которой уже почти 20 лет.

Фынсвæркет установка 7, Дания

Владелец: Vattenfall
 Размер бойлера: 350 (400) МВт
 Тип топлива: малосернистый уголь
 Расход топливного газа: 1 200 000 м³/ч
 Год монтажа системы распылительной абсорбции: 1990
 Кол-во абсорберов: 2
 Концентрация SO₂ на входе: ~1,000 мг/м³, сухой, 6%O₂
 Концентрация SO₂ в выбросе: 5-20 мг/м³, сухой, 6%O₂
 Уровень сероочистки: 98-99 %



Установка распылительной абсорбции Fynsværket изначально проектировалась для 96,5% сероочистки. Но налог на выбросы SO₂ заставляет датские энергетические компании оптимизировать эксплуатацию электростанций. Установки сероочистки, включая установку распылительной абсорбции Fynsværket, эксплуатируются с максимальной мощностью, чтобы сократить налоговые выплаты.

Установка рассчитана на высокий уровень удаления SO₂, но сама технология системы распылительной очистки дает возможность эксплуатации с еще большей эффективностью, и таким образом, позволяет соответствовать еще более жестким требованиям, законодательным и экономическим.

Помимо Fynsværket, Vattenfall владеет несколькими установками мокрой очистки, таким образом, воплощая некий симбиоз, где насыщенный конечный продукт распылительной абсорбции используется, как абсорбент на одной из установок мокрой очистки. Vattenfall не только минимизирует затраты, но и находит повторное применение конечному продукту.

В данном случае на установке Fynsværket добились снижения выбросов без значительных модификаций основного оборудования – была лишь несколько изменена система контроля, которая изначально включала автоматическую настройку на основе непрерывного мониторинга содержания хлорида в шламе и HCl в дымовом газе. Вследствие эксплуатации с удалением 98-99% серы возросло потребление абсорбента, но это компенсируется экономией на налоговых выплатах.

Литература

1. Rübner-Petersen, M et. Al.: 'Spray Drying Absorption – A viable solution towards zero emission from power plants', VGB WS Flue Gas Cleaning, Rome, June 2009.
2. Sargent & Lundy LLC: Flue Gas Desulphurization Technology Evaluation, Dry Lime vs. wet limestone FGD, Chicago, IL, March 2007.

Опыт внедрения и эксплуатации кольцевых эмульгаторов конструкции фирмы «КОЧ» на филиале ОАО «ОГК-3» «Южноуральская ГРЭС» (Россия)

*Петров Сергей Леонидович, Зам. главного инженера по эксплуатации,
Южноуральская ГРЭС Филиал ОАО «ОГК-3»*

Южноуральская ГРЭС функционирует с 1952 года её установленная мощность 882 МВт, последний агрегат сдан в эксплуатацию в 1961 году. Станция вводилась четырьмя очередями. Котлы ст. № 4,5,7-10 (ПК-10Ш), ст. № 12,13 (ПК-14р) могут работать на угле и природном газе, котлы ст. № 14,15 (ПК-33сп-83) работают на природном газе, остальные котлы ст.№1,2,3,6 (ПК-10ш), ст. № 11(ПК-14р) могут сжигать только уголь.

Основное топливо – Челябинский бурый уголь марки ЗБ со среднегодовыми характеристиками $A_p=42.5\%$; $W_p=12.1\%$; $Q_{pH}=2900$ ккал/кг содержание серы до 2%. Годовое потребление угля в среднем за последние пять лет составили 2000 тыс. тонн, что в общем годовом балансе потребляемого топлива на Южноуральской ГРЭС составляет 45 %, остальное газ.

Целью экологической политики Южноуральской ГРЭС является повышение уровня экологической безопасности, рост капитализации за счет обеспечения надежного и экологически безопасного производства, транспорта и распределения энергии, комплексного подхода к использованию природных энергетических ресурсов.

Одной из основных задач, предусмотренных для достижения поставленной цели, является снижение объемов выбросов в атмосферу вредных веществ, а именно оксидов азота, твердых частиц, оксидов серы.

С основания Южноуральской ГРЭС станция находится в постоянном поиске передовых технологий в вопросах снижения твердых частиц в атмосферу. За период работы станции были опробованы несколько типов газоочистительного оборудования: жалюзийные золоуловители, горизонтальные двухпольные электрофильтры ДГП-45 и ДГП-4512, батарейные циклоны БЦ-1 и БЦ-2, центробежные скрубберы МП ВТИ диаметром 5,5м. Затем проведена реконструкция системы золоулавливания с установкой скрубберов с трубами Вентури, далее были попытки внедрить батарейные эмульгаторы. Данные реконструкции позволяли Южноуральской ГРЭС из года в год улучшать свои экологические показатели, представленные на рисунке №1.

В 90-х года перед станцией стояла сложнейшая задача по сокращению выбросов вредных веществ и

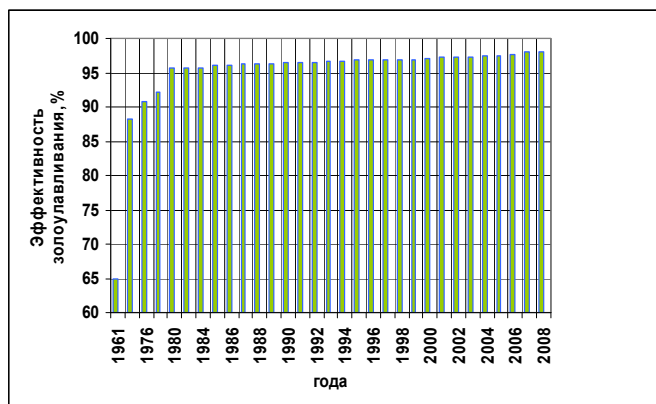


Рис.№1

достижению норм ПДВ. Электро-фильтры в условиях жесткого сокращения издержек были бюджету станции непосильны. В это время появилась принципиально новая золоулавливающая установка - кольцевой эмульгатор (КЭ) конструкции фирмы «КОЧ». Южноуральская ГРЭС заинтересовалась данной разработкой и с 1996 года началось внедрение КЭ на котле ПК-10ш (ст. №6). После года эксплуатации по распоряжению РАО ЕЭС в апреле - ноябре 1998 г. были проведены межведомственные испытания этих кольцевых эмульгаторов.

Получены следующие результаты:

- эффективность установки 99,6-99,7%;
- удельные расходы воды 0,240-0,270 л/нм³;
- аэродинамическое сопротивление 1140-1770 Па;
- запыленность дымовых газов после ЗУ составляет 0,14-0,23 г/м³;
- степень очистки дымовых газов от диоксида серы составляет 20,4-22,7%

По результатам межведомственных испытаний кольцевые эмульгаторы конструкции фирмы «КОЧ» рекомендованы для широкого внедрения на тепловых электростанциях России в качестве высокоэффективных золоуловителей.

Основными аргументами для внедрения КЭ на остальных котлоагрегатах ЮУ ГРЭС послужили:

- высокие показатели по золоочистке и сероочистке позволяющие снизить выбросы золы в 7 - 12 раз;
- низкая стоимость замены или реконструкции существующих систем газоочистки;
- простота в обслуживании и высокая эксплуатационная надежность.

Основные технические характеристики кольцевых эмульгаторов:

Количество аппаратов на котел

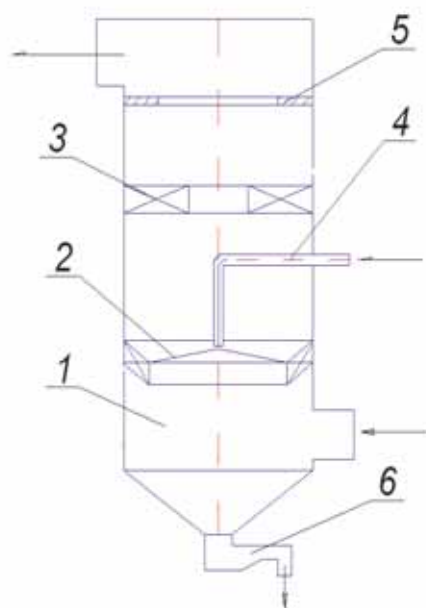
- 4 шт.

Расчетная производительность по газу

- 62250 нм³/ч

Температура газов на входе	- 145-157°C
Температура газов на выходе из кольцевого эмульгатора	- 50 - 55°C
Температура газов за кольцевым эмульгатором после присадки горячего воздуха	- 65 - 70°C
Аэродинамическое сопротивление кольцевого эмульгатора	- 1300 – 1800 Па
Расход воды на кольцевой эмульгатор	- 15 – 19 т/ч
Расход горячего воздуха на подогрев очищенных газов	- 3000-7500 нм ³ /ч
Температура горячего воздуха на подогрев газов до 65 - 70°C	- 280 - 320°C
Степень очистки газов от золы	- 99,5-99,7%
Присосы по кольцевым эмульгаторам	- <5%

Кольцевой эмульгатор конструкции фирмы «КОЧ» это аппарат для мокрой очистки газов от пыли и газообразных примесей. Он может быть использован для очистки дымовых газов от золы и окислов серы в одну стадию, в качестве контактных экономайзеров.



Газоочиститель работает следующим образом. Поток очищаемых газов поступает в нижнюю часть корпуса 1 и через лопаточный завихритель 2, закручиваясь, перемещается в его верхнюю часть. По трубе 4 на завихритель подается орошающая жидкость. При ее контакте с закрученным газовым потоком в пристенной зоне над завихрителем возникает вращающийся эмульсионный слой с высоким уровнем тепломассообмена, при прохождении через который обеспечивается глубокая очистка газов от твердых и газообразных примесей. Уловленные орошающей жидкостью примеси удаляются через гидрозатвор 6. На верхней границе эмульсионного слоя образуются капли. Газы после про-

Рис. №2. Схема и фотографии КЭ.

мывки в эмульсионном слое дополнительно подкручиваются вторым лопаточным завихрителем 3 для сепарации этих капель на стенку корпуса до козырька 5. Очищенные газы направляются в выходной газоход.

Причина высокой эффективности КЭ по сероочистке в высоких скоростях циркуляции пенного слоя, которая позволяет дополнительно выщелачивать золу и вовлекать щелочи золы в процесс сероочистки.

Очищенные газы имеют температуру 50-55°C и близкую к 100% относительную влажность. Поэтому, для исключения образования конденсата на стенках сборного короба, выходного газохода, в дымососе, дымовой трубе, и предотвращения сернокислотной коррозии металлических поверхностей, в газоход между кольцевым эмульгатором и дымососом подается горячий воздух из воздухоподогревателя котла, который повышает температуру очищенных газов на 15°C. Кроме того, внутренние поверхности эмульгатора выше козырька, короба чистого газа и газоходов до дымососа защищаются кислотоупорным покрытием, а наружные – теплоизолируются.

Расход воды на орошение кольцевого эмульгатора, на форсунку и промывку раскручивателя регулируется вентилями, а соотношение между этими расходами определяется в процессе наладочных работ.

Для работы с агрессивными средами завихрители КЭ (верхнее фото) выполняются из титана ВТ1-0 на ОАО «ВСМПО». Возможно изготовление эмульгаторов в титановом корпусе (нижнее фото).

В настоящее время увеличена коррозионно-эрозионная стойкость конструкции КЭ, повышена ремонтпригодность и прочность. Завихрители КЭ выполняются со съемными лопатками, что при необходимости обеспечивает их легкую замену или ремонт.

Сегодня на Южноуральской ГРЭС оснащено кольцевыми эмульгаторами девять котлоагрегатов (таблица 1). На котле №3 установлены КЭ с титановыми корпусами. В планах – оснастить эмульгаторами до конца 2014 года остальные котлоагрегаты.

Таблица 1.

Оснащение котлоагрегатов Южноуральской ГРЭС кольцевыми эмульгаторами.

Котлоагрегат	Год установки КЭ	Затраты, тыс. руб.	Способ установки
Ст. №6	1996	1151,6	В существующие скруббера
Ст. №3	1998	4129,1	Титановый корпус
Ст. №5	1999	3198,8	В существующие скруббера
Ст. №9	2000	2721,5	В существующие скруббера
Ст. №1	2005	12074,1	В существующие скруббера
Ст. №11	2007	13859,3	В существующие скруббера
Ст. №2	2008	10000,0	В существующие скруббера
Ст. №12	2009	10066,0	В существующие скруббера
Ст. №7	2009	10000,0	В существующие скруббера

Реконструкция системы золоулавливания с установкой кольцевых эмульгаторов фирмы КОЧ вместо золоуловителей типа МВ УООРГРЭС (скрубберов с трубами Вентури) со средней степенью очистки 96,2% позволяет достичь снижения выбросов золы в среднем на 1500 т/год и диоксида серы в среднем на 400 т/год от одного котла.

Экономическая эффективность реконструкции системы золоулавливания с установкой кольцевых эмульгаторов составляет в среднем 129 тысяч рублей от одного котлоагрегата.

Дальнейшая доработка конструкции позволит снизить выбросы диоксида серы на 70% за счет увеличения щелочности воды, подаваемой на орошение эмульгаторов.

Теперь о проблемах, возникавших в процессе внедрения КЭ. Только после нескольких лет непрерывной эксплуатации было обнаружено, что титановые элементы газоочистителей подвержены коррозии, скорость которой зависит от сжигаемого угля, содержания в нем серы, фтора, кальция. После дополнительных исследований разработчиком было установлено, что интенсивная коррозия происходит только при создании определенных физико-химических условий. Под действием циклических нагрузок и агрессивной среды возникает коррозионная усталость, резко снижающая предел выносливости металла в определенных местах завихрителей. На конусах и лопатках завихрителей выполненных из титанового листа толщиной 2 мм со временем стали появляться дыры. На котле ст. №1 и последующих было внесено ряд технических решений. Суть решений заключается в снижении нагрузки в узлах напряжения завихрителей и предотвращение условий образования малоподвижных небольших количеств влаги в сочетании с отложениями золы, способных насыщаться серной и плавиковой кислотами до концентраций, при которых стойкость титана снижается.

Проблема коррозии конусов завихрителей решилась с установкой второго конуса, который исключил образование конденсата способного насыщаться кислотами до опасных концентраций, а лопатки стали делать большей толщины и съемными. В результате конструкция стала надёжной и ремонтпригодной.

Нельзя не упомянуть и проблему, связанную со снижением КПД котлоагрегата на 0,5-1,0% вследствие дополнительного подогрева очищенных дымовых газов и увеличения расхода электрической энергии на дымососы данного котла (0,7-0,8 кВт/т пара). Установка кольцевых эмульгаторов вместо труб Вентури неизбежно приводит к увеличению сопротивления золоулавливающей установки на 40-60 мм. Но это приемлемая плата за высокую степень очистки дымовых газов.

Опыт практического применения плазмо-каталитического метода очистки газов. Работа над ошибками. (ООО «Экопромика», Россия)

*Колычева Маргарита Александровна, Директор по развитию,
ООО «Экопромика»*

Компания ООО «Экопромика» расположена в Москве и предоставляет широкий спектр услуг и оборудования для защиты окружающей среды и соблюдения экологических требований промышленными предприятиями.

Нашими Заказчиками являются такие структуры как: Федеральный Ядерный центр, Академия наук России, Исследовательские институты, РАО РЖД, и многие частные российские и иностранные корпорации и предприятия.

Сегодня я очень хотела бы рассказать о наших победах, огромном опыте и нашем уникальном оборудовании.

Но. Наступили времена, которые все называют **кризис**.

И именно этот пресловутый кризис отчетливо проявил те проблемы, с которыми мы сталкивались всё время нашей деятельности. И именно поэтому, я сегодня хочу поговорить о тех ошибках, которые были присущи нам в первые годы нашей работы.

Наш коллектив начал путь в сфере защиты экологии более семи лет назад. За это время наши специалисты проделали огромный объем работы и получили реальный опыт в деле защиты окружающей среды для промышленных предприятий. Среди наших достижений можно отметить:

- ✓ Разработку уникального газоочистного оборудования под торговой маркой «Ятаган»;
- ✓ Запуск в серийное производство установок Газоконвертор «Ятаган»;
- ✓ Расширение специализации компании до уровня полного комплекса услуг по защите окружающей среды для промышленных предприятий;
- ✓ Удачный запуск экологических проектов на многих промышленных предприятиях;
- ✓ Десятки проведенных научно-конструкторских работ по заказам наших партнеров;
- ✓ И многое, многое другое.

На сегодня компания «Экопромика» представляет собой уникальное явление для постсоветского пространства. Мы имеем реальный опыт и возможности для решения любых задач в сфере экологии для промышленных предприятий. Основное наше направление это пылегазоудаление и пылегазоочистка. Мы можем решить такие сложные вопросы по очистке воздуха как удаление органических газов и паров, неприятных запахов, угарного газа, аммиака, окислов азота, сероводорода и меркаптанов, аминов и тому подобное. Компания «Экопромика» имеет опыт работы на любом этапе. Начиная от встраивания специализированного оборудования в существующие системы вентиляции до работ по организации пылегазоудаления и пылегазоочистки «под ключ» с нулевого цикла.

И вот тут-то я подхожу к теме своего доклада. Наши ошибки и «розовые очки». Мы начали свою работу по экологии более семи лет назад. В то время мы были уверены в том, что все понимают важность защиты окружающей среды. В том, что все владельцы предприятий и их профильные специалисты только и мечтают сделать наш мир чище и безопаснее для жизни. И в том, что причиной плачевного состояния нашей экологии является дороговизна и сложность оборудования и мероприятий, необходимых предприятиям для защиты окружающей среды.

Исходя из этого посыла, мы провели исследования рынка воздухоочистного оборудования. Мы выяснили, что достаточно хорошо проработаны вопросы пылеочистки, улавливания аэрозолей и дымов, вопросы аспирации и транспортные системы. И выбрали для себя одну из самых сложных тем воздухоочистки. Это очистка воздуха от газообразных загрязнений. Проведя научные и конструкторские работы, мы смогли запустить в производство, провести тестирование и вывести на рынок крайне эффективный и недорогой способ очистки воздуха от газов и паров органической природы. При этом мы применили технологию «холодной плазмы». Это позволяет производить очистку воздуха от газов:

- ✓ с минимальными затратами энергии при высокой эффективности,
- ✓ без образования побочных продуктов и отходов,
- ✓ без необходимости применять расходные материалы, реагенты и поглотители.

Полная линейка этого оборудования получила торговую марку «Ятаган».

Выпуская этот продукт в серию, мы ожидали, что многие предприятия с радостью воспользуются возможностью применить недорогой и эффективный способ обеспечить защиту окружающей среды от собственных выбросов. Однако, вот именно здесь, мы и получили свой **первый урок**. В процессе общения с владельцами предприятий и их специалистами мы выяснили потрясающую для нас новость!

Практически все владельцы предприятий и многие их специалисты не имеют необходимых знаний и простой информации о том, какие опасные вещества выделяются на их предприятиях, в каком количестве и какой вред здоровью человека могут они нанести. О том, насколько опасно находиться в рабочей зоне рабочим и, даже, им самим.

Как пример я приведу следующий случай: Один из владельцев завода по производству поролона сказал в личной беседе потрясающую фразу. Цитата: «Не страшно, что мы выбрасываем в атмосферу ТДИ. Он через пару часов превратится в мочевины, а это хорошее удобрение». Конец цитаты. Хочу вам пояснить что ТДИ, он же толуиленидиизоцианат, является веществом первой группы опасности и его ПДК составляет всего две тысячных миллиграмма на метр кубический воздуха. И вред человеку он причиняет нешуточный!

Другой наш Заказчик очень активно убеждал нас, что его рабочие не страдают от паров стирола в цехах. Он же безвреден! А то, что у него текучка кадров и люди уходят от него инвалидами, так в этом виноваты алкоголь и сигареты! При этом измерения в рабочей зоне показали содержание стирола 250 миллиграмм на метр кубический воздуха, а в кабинете директора – 55 миллиграмм! Поясню. Предельное допустимое содержание стирола в воздухе рабочей зоны не более 10 миллиграмм на метр кубический воздуха.

Мы попытались разобраться, где источник этих опасных заблуждений. И, кажется, нашли его. Это производители основного производственного оборудования, продавцы технологий, поставщики сырья. И главное – это их рекламные буклеты и рассказы их торговых представителей. Из них можно узнать что, например: ХТС процессы, применяемые при литье металла, совершенно безвредны. И скромно умалчивается про выбросы в рабочую зону и в атмосферу крайне ядовитых аминов, фенола, формальдегида, изоцианатов, пероксидов, оксидов серы и тому подобного. Более того! Зачастую прямо говорят про некую экологическую безопасность данных технологий.

В результате многие предприятия попадают в неприятности и получают необходимость проведения срочных мер по обеспечению защиты окружающей среды. А инвестиционные средства уже потрачены и необходимо изыскивать новые денежные средства. Что в большинстве случаев практически невозможно.

Второй наш неприятный урок был в том, что простые люди, работающие на промышленных предприятиях, сами не желают беречь свое здоровье. Мы неоднократно наблюдали, как они работают в ужасных условиях и отказываются применять даже существующие системы пылегазоочистки. Причиной этого является наплевательское отношение к собственному здоровью и здоровью окружающих людей. А так же вопиющая безграмотность в вопросах негативного воздействия на их организм различных вредных веществ. Особенно в долговременной перспективе.

Как пример приведу такую ситуацию. На подмосковном предприятии по производству изделий с применением стирольных смол мы установили систему удаления паров стирола из рабочей зоны и систему очистки воздуха перед выбросом в атмосферу на базе нашего Газоконвертора «Ятаган». Измерения показали эффективность газоочистки по стиrolу более 93%. Воздух в рабочей зоне соответствовал требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

Через 6 месяцев на данное предприятие были направлены сотрудники сервисной службы компании «Экопромника» для проведения плановой проверки работоспособности установленного оборудования. В ходе работ выявлено, что работники предприятия не используют системы аспирации, не включают газоочистное оборудование и работают в условиях повышенного содержания стирола в воздухе.

Изучение и анализ причин данной ситуации показал следующие наши недоработки:

- ✓ Принципиальная возможность производить работы на предприятии без включения систем вентиляции и газоочистки;
- ✓ Неудобное для рабочих расположение органов управления системами аспирации и системами газоочистки;
- ✓ Возможность раздельного включения вентиляции и газоочистки;
- ✓ Отсутствие легкодоступной информации для рабочих о необходимости применять указанные системы.

Неприятным для нас итогом описанной ситуации было негативное отношение владельца предприятия к оборудованию «Ятаган». Владелец, не понимая причин ситуации, вынужден был отбиваться от претензий контролирующих органов до того момента пока мы не исправили наши недоработки.

Третья ошибка, выявленная нами, заключается в том, что мы считали правильным, что бы Заказчик имел знания и разбирался:

- ✓ в очистном оборудовании,
- ✓ в требованиях контролирующих органов,
- ✓ в методиках подбора и проектирования систем защиты окружающей среды,
- ✓ самостоятельно производил поиск подрядчиков для монтажа оборудования и его обслуживания,
- ✓ самостоятельно доказывал эффективность систем газоочистки;
- ✓ и так далее.

А что мы оставляли за собой? То, что мы считали самым сложным! Разработку и производство высокоэффективного и надежного воздухоочистного оборудования. Именно это мы и делали до недавнего времени. Производили Газоконверторы «Ятаган».

Мы провели простой опрос среди наших действующих и потенциальных Заказчиков. Вопрос мы задавали такой: «Что мы можем сделать для Вас и вашего предприятия?». Ответы мы получали разные, но самый распространенный звучал примерно так: «Сделайте так, что бы у нас не было проблем!»

На основании данных, полученных при этом опросе, мы поняли, что у всех владельцев предприятий огромное количество проблем помимо задач охраны окружающей среды. Это и налоги, и поставщики, и сбыт продукции, возврат кредитов, обучение сотрудников, охрана предприятия, новые законы и правила, действия чиновников, поломки и простой оборудования, качество продукции, и много - много чего еще. Это именно те вопросы, которые прямо влияют на само существование предприятие и его выживание на рынке. Теперь становится понятным, почему вопросы экологии задвигаются на задний план. А если еще учесть техническую и организационную сложность экологических вопросов?!

На заре нашей деятельности основной целью компании ставилась разработка и производство оборудования для защиты экологии. Однако, сегодня наша цель звучит совсем иначе: «Обеспечение экологической безопасности любого промышленного предприятия».

Для того, что бы сделать новую цель реальной и достижимой мы создали в компании новые направления и подразделения.

На данный момент у нас есть: проектный отдел, лаборатория, конструкторский отдел, служба сервиса, завод экооборудования, монтажные группы, транспортный отдел, консультанты и проект-менеджеры.

У нас имеются хорошие партнерские отношения с проектными институтами, производителями и поставщиками различного оборудования, монтажными компаниями и лабораториями.

Вспоминая о допущенных нами ранее ошибках, сегодня мы подходим к делу несколько по другому. Выглядит это примерно так:

- ✓ Мы беремся за решение задачи на любом этапе,
- ✓ Мы проводим консультации и разъяснения по всем вопросам для наших Заказчиков,
- ✓ Берем на себя ответственность за весь комплекс работ, услуг и оборудования, предоставленных клиенту под нашим контролем или непосредственным участии,
- ✓ Производим запуск систем и добиваемся их эффективности,
- ✓ Мы обучаем сотрудников предприятий правилам и требованиям экологической безопасности работы на рабочих местах,
- ✓ Готовим и передаем нашим Заказчикам различные справочные материалы, инструкции и памятки,
- ✓ Проводим гарантийный и постгарантийный надзор за установленными системами и оперативно решаем вопросы их ремонта и восстановления эффективности,

В обеспечении цели компании «Экопромика» нам очень помогает наше уникальное оборудование – Газоконверторы «Ятаган». Это установки очистки технологических вентиляционных выбросов и рециркуляционного воздуха от вредных и ядовитых газов.

Т.е., очистка воздуха как перед выбросом в атмосферу, так и локально в рабочей зоне.

Газоконверторы успешно применяются для удаления из воздуха самых разных газообразных веществ. Таких как:

- ✓ Амины,
- ✓ Фенол и формальдегид,
- ✓ Стирол и толуол,
- ✓ Растворители и спирты,
- ✓ Аммиак и сероводород,

- ✓ Меркаптаны и индолы,
- ✓ Любые органические газы, пары и аэрозоли.

Производительность установок серии «Ятаган» практически не ограничена. На сегодня введены в эксплуатацию системы очистки до 250 тысяч метров кубических воздуха в час.

Эффективность воздухоочистки Газоконверторами «Ятаган» достигает 99%.

При этом массогабаритные показатели оборудования наименьшие по сравнению с другими методами газоочистки.

Эксплуатационные расходы состоят только из электроэнергии и простейшего текущего обслуживания.

Потребление электроэнергии установками «Ятаган» не более 12 сотых ватта на один кубометр очищаемого воздуха. Таким образом, для очистки 100 тысяч метров кубических воздуха в час нам необходимо всего лишь 12 Киловатт электроэнергии.

Подобных результатов позволяет добиться технология «высокочастотного мульти - резонансного барьерно – стриммерного разряда». По другой терминологии можно назвать эту технологию «холодной плазмой». Более подробно с технической стороной наших Газоконверторов «Ятаган», их специализацией и возможностями можно ознакомиться на сайте оборудования - Yatagan.ru и на нашем стенде № ____.

На сегодня установлено и успешно введено в эксплуатацию более трехсот газоочистных комплексов на базе Газоконверторов «Ятаган» в самых различных отраслях промышленности.

Нашими заказчиками являются такие предприятия как: *LG, Тиккурила, Лиггет-Дукат, Вимм Билль Данн, МосводоканалНИИпроект, Новочеркасский электровозоремонтный завод, Твел-Инвест, Балаковская АЭС, Череповецкий фанерно-мебельный комбинат, Карелия ДСП, Кирово-Чепецкий завод «Агрохимикат», Компания Полимикс, Байкальский ЦБК, Марийский ЦБК, Ульяновский автомобильный завод, Псковский кабельный завод, Воронеж Сталь Мост, Таганрогский металлургический завод, Завод промышленных вентиляторов г. Чкаловск, завод «Искож», Птицефабрика «Задонская», и множество других крупных и малых предприятий по всей России и за ее пределами.*

В заключение хочу сказать, что наше время требует социальной ответственности, как бизнеса, так и экологического сообщества.

Этого требуют и простые жители по всей России, и руководители нашего государства. В подтверждение своих слов приведу несколько цитат из выступлений Президента России и главы Правительства:

«Вопросы охраны окружающей среды являются приоритетом для страны и необходимо финансировать решение этих вопросов в полном объеме

«При осуществлении новых проектов в России следует думать об экологических последствиях и применять новейшие технологии»

**Принципиально новые возможности высокотемпературной очистки газов от пыли.
(ЗАО НТЦ "Бакор", Россия)**

*Красный Борис Лазаревич, д. т. н., Генеральный директор,
Тарасовский В. П., к. т. н., Красный А.Б.,
ЗАО НТЦ "Бакор"*

В рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» ЗАО «НТЦ «БАКОР» завершил работу по созданию фильтрующих элементов из пористой проницаемой керамики и фильтровальных установок на их основе. Работа носит инновационный характер и открывает новые возможности для решения экологических и энергетических проблем.

Современные тенденции к распространению высокоинтенсивных технологических производственных процессов и интенсификации существующих приводит к росту температурного уровня в печах или технологических процессах, увеличению количества тепла, выносимого из рабочего пространства печей. По данным из различных источников, до 60 % теплоты от сгорания топлива уходит на обогрев окружающей среды с отходящими запыленными горячими газами. Использование этого источника энергии в паротурбинных или газотурбинных установках позволяет значительно повысить КПД использования энергоресурсов, т. е. мы имеем как бы дополнительный источник топливно-энергетических ресурсов.

Проблема заключается в отсутствии аппаратов, позволяющих производить высокоэффективную очистку отходящих горячих газов от пыли без снижения их температуры, т. е. без охлаждения как это принято сейчас в промышленности.

Для решения этой задачи разработана и предлагается к использованию фильтровальная установка марки ФКИ – 45 с фильтрующими элементами из пористой проницаемой керамики. Применение керамики взамен таких традиционных фильтрующих материалов, как ткани ($T_{исп} \cong 240^{\circ}\text{C}$), стеклоткани ($T_{исп} = 280^{\circ}\text{C}$) позволяют проводить очистку газов с температурой до 1000°C , без охлаждения (Рис. 1-2).

Приведены результаты работы по созданию материалов для изготовления фильтрующих элементов, их физико-технические и фильтрующие характеристики, характеристики фильтровальной установки для очистки горячих газов без охлаждения.

Применение фильтрующих элементов из пористой проницаемой керамики позволяет решить вопрос экологии (очистить горячий газ от пыли) и создает реальные предпосылки для решения энергетической проблемы (утилизация тепла отходящих горячих газов – экономия не возобновляемых топливно-энергетических ресурсов) с применением агрегатов малой энергетики (паротурбинных или газотурбинных установок).

Таблица 1.

Технические характеристики фильтровальной установки с фильтрующими элементами их пористой проницаемой керамики

№ п/п	Характеристики установки	Единица измерения	Численное значение
1.	Производительность по очищаемому газу, не более	м^3	4800
2.	Удельная газовая нагрузка на фильтровальную поверхность, не более	$\text{м}^3/(\text{м}^2 \times \text{мин})$	1,8
3.	Площадь поверхности фильтрования, не менее	м^2	45
4.	Гидравлическое сопротивление, не более -фильтровальных элементов -фильтра	Па	1800 2000
5.	Температура очищаемого газа на входе в фильтр, не более	$^{\circ}\text{C}$	1000
6.	Разрежение газа в фильтре, не более	МПа	0,008
7.	Расчётное давление в корпусе фильтра, не более	МПа	0,1
	Массовая концентрация вещества в газе, не более -на входе -на выходе	$\text{г}/\text{м}^3$	20 0,001
	Габаритные размеры, не более	мм	2400x2100x2700
	Масса, не более	кг	2000



Рис. 1. Фильтрующие элементы из пористой проницаемой керамики



Рис. 2. Фильтровальная установка с фильтрующими элементами из пористой проницаемой керамики



Рукавные фильтры, системы вентиляции и кондиционирования, увлажнители, сложные аспирационные проекты и другие технологии и газоочистное оборудование предлагаемое компанией "Воздушные фильтры". (Россия)

*Великанова Юлия Валерьевна, Коммерческий директор
ООО «Воздушные фильтры СПб»*

Бренд «Воздушные фильтры» существует на рынке с 2002 года. Работает два подразделения - в Москве и Санкт-Петербурге, а также завод по производству фильтров с производительностью до 2000 фильтров в день. Используя богатый опыт и сотрудничая с надежными партнерами в области общеобменной вентиляции и аспирационных систем, мы разработали свою оптимальную схему работы:

Политика компании:

Постоянная модернизация и расширение ассортимента

- Фильтры для общеобменной вентиляции – это карманные фильтры грубой (G3-G4) и тонкой очистки (F5-F9), кассетные, панельные, компактные фильтры, а также бактерицидные фильтры с H10 по U17 класс очистки
- Сорбенты – карманные, панельные, компактные и цилиндрические фильтры, способные улавливать (поглощать) газы, пары и аэрозоли вредных веществ.
- Картриджные фильтры – используются как сменные части в аспирационных установках. В зависимости от поставленной задачи используются картриджи со следующими видами материала: целлюлоза, полиэстер, тефлон полиэстер, антистатический полиэстер и полиэстер Ultra-Web для очистки менее 1 мкм.
- Рукавные фильтры - сменные части в аспирационном оборудовании для фильтрации газопылевых смесей с различными характеристиками (размер частиц, запыленность, электростатические и коррозионные свойства, конденсата воды и кислот, воздействие искр и т.д.). Поставляются отдельно рукава, а также каркасы к ним.
- Секции увлажнения и кассеты увлажнителей – данная продукция предназначена для обеспечения специальных требований по поддержанию постоянного уровня относительной влажности в дворцах, храмах, музеях, театрах, библиотеках, архивах, спортивно-развлекательных комплексах, фитнес клубах, офисных и торговых центрах, гостиницах, банках; в производственной сфере: на печатных производствах (типографии, участки оперативной полиграфии и т.д.), вычислительных центрах и АТС, овощехранилищах и т.д. Поставляются в виде секций, либо сменных кассет
- Фильтрационные модули – металлические боксы с фильтрами, которые обеспечивают различную эффективность очистки, в зависимости от поставленной задачи (например доочистка).
- Комплектующие для систем ВиК - для наших клиентов мы можем предоставить монтажные рамки для фильтровальных панелей, приводные ремни, реле перепада давления, манометры, воздухопроводы, вентиляторы и многое другое
- Аспирационные установки - используются при очень высокой концентрации пыли. Они актуальны в таких отраслях, как цементные, мукомольные, автомобильные, пищевые предприятия, обработка металла, погрузка - разгрузка и транспортировка, аспирация сыпучих сред и т.д.
- Жидкостные фильтры – высококачественные фильтры с высокими способностями задержания микро и макрочастиц, используются в широком диапазоне промышленных, пищевых и химических процессов: краски, покрытия и химикаты высокой вязкости, нефтепродукты, масла, косметические жидкости, вода для промышленных нужд, питьевая вода и напитки и т.д.
- Камеры жидкостных фильтров имеют множество вариантов: от 1 до 99 фильтров, поток от 40 до 6000 галлон в минуту (примерно от 160 до 24000 литров в минуту).
- Адсорбирующие ткани для эффективного удаления утечек жидких загрязнений с твердых поверхностей и поверхности воды.
- Ионообменный фильтр - установки для очистки воздуха от токсичных газов и паров, аэрозолей кислот, щелочей и солей в вытяжных, приточных и рециркуляционных системах.

Постоянное расширение рынка сбыта:

- Офисные помещения, торговые и развлекательные центры, Металлургия, Фармацевтика и медицина, музеи и хранилища, автомобильная промышленность, пищевая промышленность, целлюлозно – бумажная промышленность, строительство и рынок строительных материалов, табачные фабрики, вентиляционные компании.

- Развита логистические схемы поставок по России и странам СНГ до двери клиента.
- Разработка проектов «под ключ» и возможность включения в проект на любой его стадии: - Проектирование и разработка систем ВиК, поставка, монтаж и последующие обслуживание систем ВиК, паспортизация и обучение персонала, модернизация существующей неработоспособной/устаревшей системы ВиК.

Решение задач высокой сложности:

- Большие концентрации пыли.
- Вредные вещества и доочистка до 99,999995%, рециркуляция (возврат) очищенного воздуха в помещения, работа в экстремальных условиях (низкие, высокие температуры, большие объемы воздуха, шум и т.д.)

На сегодняшний день возможности компании «Воздушные фильтры» позволяют решать различные задачи в области систем аспирации как благодаря собственным силам и опыту, так и надежному партнерству с компанией **HASCON ENGINEERING S.p.A.**

HASCON ENGINEERING S.p.A. – это инженерно-техническая компания, более 30 лет занимающаяся вопросами очищения воздуха от пыли и фильтрации в самых разных областях промышленности.

Создано 2 крупных подразделения:

- Подразделение продукции: поставка модульных установок, решение типовых задач в разных сферах промышленности.
- Заводское подразделение осуществляет разработку и представляет на рынке системы фильтрации воздуха для нестандартных, индивидуальных проектов.

Все установки создаются с учетом минимизации эксплуатационных затрат, в том числе электроэнергии, сжатый воздух, сервисное обслуживание, фильтров.

Широкий ассортимент позволяет решать различные задачи, как по типу пыли, так и по объему воздуха от 500 м³/ч до миллионов м³/ч.

Картриджные системы с импульсной продувкой:

PULSATRON COMPAKT MINI – это мобильные системы (установки) предназначены для 1-2 рабочих мест с потоком воздуха от 500 до 1000 м³/ч.

PULSATRON COMPAKT (PC) - стационарные системы (установки) разработанные для фильтрации больших объемов воздуха. Обеспечивает эффективность ≤ 5 мг/м³. В зависимости от задачи устанавливаются картриджи со следующими видами материала: целлюлоза, полиэстер, тефлон полиэстер, антистатический полиэстер и полиэстер Ultra-Web (специально разработанный для эффективного улавливания частиц менее 1мкм, (например: термической, плазменной обработки металла).

PC ATEX – был специально разработан для взрыво- и пожароопасных сред.

Рукавные системы с импульсной продувкой:

BAG COMPAKT – данные системы используются при значительных показателях влажности, температуры и загрязненности фильтруемого воздуха, в сложных аэродинамических условиях. Зарекомендовал себя во многих отраслях.

Hascon JET FILTER – предназначены для использования при очень высоких концентрациях загрязнения, при коррозионных и абразивных компонентах пыли, для фильтрации значительных объемов воздуха, в том числе во взрыво- и пожароопасных зонах. Эффективность очистки ≤ 10 мг/м³.

Циклоны, гидродинамический и центробежные установки

CleanMist - линейка центробежных фильтров способных удовлетворить любые потребности, связанные с фильтрацией масляных туманов.

Indrodast Compact – гидродинамические установки для удаления искр, паров и газа посредством микро-смешивания обрабатываемого газа и воды.

Cyclones - широкий диапазон циклонов малой, средней и высокой мощности; в частности, мы изготавливаем горизонтальные циклоны, которые могут быть использованы в качестве искрогасящих устройств на сталеплавильных заводах.

**Опыт эксплуатации секционных фильтров с импульсной регенерацией, производства ООО
«НПП «Сфера», в промышленности. (ООО «НПП «Сфера», Россия)**

*Живаев Илья Владимирович, Ведущий менеджер
ООО «НПП «Сфера»*

Впервые секционный фильтр был разработан немецкой компанией «W. F. L. Beth» в 1886 г. Это были рукавные фильтры, предназначенные для улавливания частиц крупной фракции в составе помольных комплексов. Данные фильтры работали в качестве технологических агрегатов и только много лет спустя стали применяться для решения проблем экологии.

Научно-производственное предприятие «Сфера», как и компания «W. F. L. Beth», столкнулось с необходимостью разработки и применения секционных фильтров нового типа с целью решения вопросов пылеулавливания в составе комплексов «тонкого помола». Нужно отметить, что улавливание пыли, образующейся за современными комплексами «тонкого помола» подразумевает эксплуатацию рукавного фильтра в относительно сложных условиях работы, а именно:

- высокая исходная запылённость, подаваемая на рукавный фильтр ($>70 \text{ г/м}^3$);
- фракционный состав пыли -100% мелкодисперсных пылевых фракций ($d_{50} < 2,5 \text{ мкм}$).

При этом к рукавному фильтру были предъявлены следующие требования:

- высокая эффективность пылеулавливающего агрегата, поскольку образующаяся в результате помола пыль является готовым товарным продуктом.
- обеспечение высокой надёжности и достижение непрерывного режима работы (24 часа в сутки/365 дней в году);

Ряд производителей комплексов тонкого помола столкнулись с проблемой подбора работоспособного рукавного фильтра, в полной мере отвечающего вышеуказанным требованиям и условиям работы. В результате нескольких неудачных попыток, практически одновременно в НПП «Сфера» обратилось сразу несколько производителей комплексов «тонкого помола» сыпучих материалов. Запуск первого секционного фильтра в ОАО «Динур» (Первоуральский динасовый завод) потребовал дополнительных работ по оптимизации существующей конструкции. В результате, специалистами НПП «Сфера» был разработан и введён в эксплуатацию секционный фильтр принципиально новой конструкции. Регенерация фильтрующих элементов осуществлялась обратной продувкой, посредством специально разработанных клапанов. В дальнейшем, после оптимизации и наладки собственного оборудования, были переделаны рукавные фильтры других производителей. В результате выполнения данной работы, были разработаны новые модификации секционных фильтров с обратной продувкой, а в дальнейшем и с импульсной регенерацией. В последствие, было установлено более 50 фильтров на комплексах «тонкого помола» мрамора, электрокорунда, кварцита, талька, клинкера, бокситов, барита, магнезита и многих других материалов. Используемые решения секционных фильтров с импульсной регенерацией были запатентованы (патенты №№ 75585, 75586).

На основе решений заложенных в патентах (патенты №№ 75585, 75586) были созданы системы улавливания мелкодисперсных пылей секционными фильтрами с более высокими характеристиками, относительно существующих технологий. В ходе оптимизации и доработки секционных фильтров с импульсной регенерацией были успешно решены следующие задачи:

- ♦ реализована возможность замены фильтрующих рукавов на работающем секционном фильтре. Данная задача реализуется посредством вывода из рабочего режима одной из секций работающего фильтра - это позволило полностью избежать риск незапланированных простоев технологического оборудования по вине фильтра;
- ♦ была достигнута минимизации эксплуатационных и энергозатрат при эксплуатации секционных фильтров. Данная задача реализована прежде всего в результате достижения низких значений аэродинамического сопротивления ($600\text{-}800 \text{ Па}$) и низких значений расхода сжатого воздуха и его параметров (до $0,25 - 0,3 \text{ МПа}$) предназначенного для регенерации фильтрующих элементов секционного фильтра;
- ♦ увеличена эффективности работы фильтра и срока службы фильтрующих элементов за счёт снижения динамического давления на фильтрующий материал и применения более высокотехнологичных фильтрующих материалов с PTFE-мембраной;
- ♦ оптимизированы существующие конструкторские решения, в результате чего удалось добиться более компактных размеров базового исполнения фильтров, относительно ранее разработанных конструкций. Данная задача реализована за счёт изменения конструкции фильтрующих элементов (рукавов) и оптимизации меж рукавного пространства;
- ♦ разработан типовой ряд секционных фильтров, производительностью от $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ до $290\,000 \text{ м}^3/\text{час}$.

На сегодняшний день основными Заказчиками секционных фильтров в составе комплексов «тонкого помола» относятся такие предприятия, как ОАО «Коелгамрамор» (Челябинская обл., г. Коелга), ОАО «Мраморпромресурс» (Челябинская обл. г. Миасс), ГДК «Башталик» (Башкирия, г. Учалы), ОАО «Шабровский тальковый комбинат» (Свердловская обл., п. Шабровский), ОАО «Кварцит» (Украина), ООО

"РИФ-Магнитогорск", ООО НПП «Цемент-Новые технологии» (Волгоградская обл., г. Волжский), ООО «Кипеловский кирпичный завод» (Вологодская обл., п. Кипелово), ОАО «Динур» или «Первоуральский динасовый завод» (Свердловская обл., г. Первоуральск), ОАО «Новокаолиновый ГОК» (Челябинская обл., п. Новокаолиновый), СП «Магнезит-Инкокаст-Сатка» (Челябинская обл., г. Сатка), ООО «Микрокальцит» (Челябинская обл., п. Новокаолиновый), ООО «AKSUS NOVOTEXSEMENT» (Узбекистан) и другие наши Заказчики.

В таблице №1 приведены сравнительные данные по характеристикам фильтров, эксплуатируемых в настоящее время по принципу «ON LINE» и секционного фильтра, типа ФРИ-С(ОС) реализующего патенты №№ 75585, 75586 за инерционной мельницей тонкодисперсного помола.

Таблица 1.

Сравнительные характеристики рукавных фильтров, установленных за инерционным мельницами тонкодисперсного помола.

Характеристики	Рукавный фильтр с импульсной регенерацией (режим работы «ON LINE»)	Секционный фильтр, типа ФРИ-С (ОС)
Расход воздуха, м ³ /час	8000	8000
Скорость фильтрации, м/мин	1,2	1,35*
Время непрерывной работы, час	2,0	24
Аэродинамическое сопротивление, Па:		
начальное	2200	600
конечное	4500	800
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6	0,27-0,35
Время останова технологического оборудования, выгрузки пыли, регенерации фильтра и запуска технологического оборудования, мин	15	непрерывно
Время работы основного технологического оборудования в сутки час/сутки	~22	24
Расход электроэнергии, кВт · час/сутки	4300 **	3840
Удельный расход электроэнергии на тонну продукции кВт · час/тонна	48,9	40,0

* - скорость фильтрации на рабочих фильтровальных рукавах (без учета отключенных);

** - при использовании устройства плавного пуска.

Применение секционного фильтра с импульсной регенерацией, типа ФРИ-С(ОС), позволило увеличить производительность помольного комплекса на 10% и снизить энергоёмкость продукта на 22,5%. Помимо этого удалось снизить и капитальные затраты, поскольку на ранее используемой схеме в помольном комплексе применялось два вентилятора, технологический и аспирационный, а использование фильтра ФРИ-С (ОС) позволяет отказаться от установки аспирационного вентилятора.



Рис. №1 рукавный фильтр ФРИ-С-008-166 (ОС) за инерционной мельницей.

Помимо выше представленных проектов интересен опыт применения секционных фильтров для улавливания волокнистых пылей предприятий по производству минераловатных плит. В частности, в период с 2005-2008 г., силами НПП «Сфера» изготовлены и запущено несколько рукавных фильтров в

рамках решения задач пылеулавливания от линий распиловки минерального волокна. В результате эксплуатации секционного фильтра были получены следующие результаты:

- ♦ удалось увеличить рабочую скорость фильтрации с 1,6 м/мин (на традиционной технологии) до 3 м/мин;
- ♦ эксплуатационные затраты снизились на 20% по сравнению с фильтрами, включенными в аспирационную систему "ON LINE" из-за снижения аэродинамического сопротивления до 600-800 Па;
- ♦ удельные энергозатраты на очистку мелкодисперсной пыли снизились на 30% из-за отсутствия вынужденных остановов на разгрузку и регенерацию фильтра.

В отношении волокнистой пыли нужно отметить, что на ОАО «Оренбургские минералы» был внедрён секционный фильтр с импульсной регенерацией в рамках решения вопросов общецеховой пылеуборки пыли и насыпей с пола и производственного оборудования.

Секционные фильтры так же пользуются обширным спросом на металлургических предприятиях, проводящих реконструкцию систем очистки газов от плавильных печей по производству алюминиевых и свинцовых сплавов. Например, в 2006 г. филиал ОАО «Уралэлектромедь» «Производство сплавов цветных металлов» Свердловская обл., п. Верх-Нейвинск заказал в НПП «Сфера» изготовление нестандартного секционного рукавного фильтра на очистку дымовых газов, отходящих от шахтной печи и рафинировочных котлов свинцового производства. К новому фильтру были предъявлены требования соответствовать габаритным и «посадочным» размерам ранее эксплуатирующегося секционного фильтра РФГ с обратной продувкой. Данное требование было обусловлено тем, что новый фильтр планировалось установить в том же помещении на бункера ранее эксплуатирующегося фильтра РФГ. Новый секционный фильтр должен был обладать в два раза большей пропускной способностью, так как после модернизации технологического оборудования количество дымовых газов возросло с 120 000 м³/час до 225 000 м³/час. Опираясь на технические решения, заложенные в патентах №№ 75585, 75586 данную задачу удалось успешно реализовать. В настоящее время, данный проект запущен, - секционный фильтр с импульсной регенерацией успешно эксплуатируется.

Секционные рукавные фильтры, типа ФРИ-С(ОС) были успешно внедрены и в других областях промышленного производства, в частности на "Обособленном заводе N 4" (г. Новочебоксарск) на участке термического уничтожения химического оружия был установлен рукавный фильтр, типа ФРИ-С(ОС). Данный фильтр успешно работает в агрессивной среде при температуре дымовых газов свыше 250 °С.



Рис. №2 Монтаж секционного фильтра, типа ФРИ-С(ОС).

Помимо перечисленных областей промышленного производства специалисты НПП «Сфера» видят большую перспективу по применению секционных фильтров в области энергетики. В связи с возрастанием доли угля в топливном балансе энергетики, стали возникать вопросы минимизации воздействия ТЭЦ на окружающую среду. Была рассмотрена возможность применения нескольких модификаций рукавных фильтров. Учитывая требования надежности к энергоснабжению, наиболее удовлетворяющим является вариант рукавного фильтра с отключающимися секциями.

Секционный рукавный фильтр предпочтителен тем, что замена рукавов и текущий ремонт в таких фильтрах можно осуществлять посекционно, без отключения всей фильтрующей системы. Рукавные фильтры с отключающимися секциями могут работать при незначительных авариях, связанных с частичным повреждением (выгоранием рукавов, выходом из строя клапанов) на одной из секций фильтра. Такой конструктив рукавного фильтра с учетом заложенной в него степени надежности не требует 100% резервирования.

Можно уверенно утверждать, что секционные фильтры с импульсной регенерацией, позволили существенно расширить область применения рукавных фильтров, особенно, в отношении пылегазовоздушных потоков, при очистке которых существуют трудности в регенерации фильтрующих элементов. Это потоки содержащие мелкодисперсную пыль (менее 1 мкм), имеющие высокую запылённость (более 50 г/м³), содержащие специфические пыли (лёгкие, волокнистые, сильнослипаемые и др.). Результаты работы секционных фильтров, типа ФРИ-С (ОС), показали их высокую надёжность и эффективность по сравнению с имеющимися на рынке аналогами. Это позволяет думать, что в перспективе, секционные фильтры типа ФРИ-С(ОС) получат ещё более широкое промышленное освоение для решения вопросов пылеулавливания различных промышленных производств.

Использование высокоэффективного газоочистного оборудования в металлургической, цементной и других отраслях при новом строительстве и реконструкции. (ЗАО «СовПлим», Россия)

*Мысливец Дмитрий Константинович, Директор направления "Промышленные фильтры",
ЗАО «СовПлим»,*

ЗАО «СовПлим», основанное как совместное предприятие завода «Сантехоборудование» и шведской фирмы «PlymoVent», стабильно работает в России с 1989 г. и специализируется в области проектирования, производства и поставки систем местной вытяжной вентиляции и систем очистки воздуха для промышленных предприятий (рис.1).

Мы производим:

- вентиляторы,
- гибкие консольно-поворотные, местные, вытяжные устройства,
- электростатические, механические фильтры,
- фильтровальные модульные кассетные установки с импульсной продувкой сжатым воздухом.

На сегодняшний день ЗАО «СовПлим»

- это 8000 м² производственных площадей, оснащенных современным технологическим оборудованием,
- это конструкторский, проектный и монтажный отделы, а также подразделение сервисного и гарантийного обслуживания,
- это отделы маркетинга и телемаркетинга,
- это филиалы в Москве, Новосибирске, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде, Сургуте, Казани и Самаре
- это широкая дилерская сеть по всей стране.

Уровень качества выпускаемой нами продукции позволяет осуществлять ее экспорт нашему шведскому партнеру фирме «Plymovent».

Современный экономический кризис для многих отраслей промышленности является стимулом для осуществления модернизации и реконструкции технологического оборудования и оснащения производств современными установками для очистки воздуха и газов от взвешенных частиц и аэрозолей. Особенно острой эта проблема стоит в металлургической промышленности, где пылегазоочистные устройства являются частью технологических процессов и должны очищать большие объемы воздуха.

В связи с необходимостью решения задач по очистке воздуха и газов от пылей и аэрозолей при объемах удаляемого воздуха от 30 000 м³/ч до 2 000 000 м³/ч и более наша компания провела мониторинг современного оборудования для очистки воздуха, выпускаемого отечественными и зарубежными производителями. В результате анализа показателей фирм изготовителей по техническим характеристикам, производственным возможностям и ценовым параметрам наш выбор остановился на немецкой фирме «INTENSIV FILTER», с которой ЗАО «СовПлим» установил партнерские отношения. Эта компания предлагает широкий спектр рукавных и кассетных фильтров (рис.2).

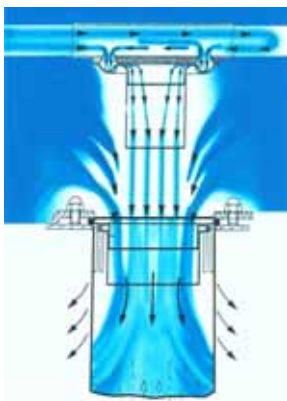


Рис. 3. Использование эффекта Коанда в системе



Рис. 1. Головной офис ЗАО «СовПлим» в г. Санкт-Петербурге.



Рис. 2. Конструкция фильтра INTENSIV.

Многолетний опыт работы фирмы «INTENSIV FILTER» по фильтрованию воздуха от твердых компонентов сделал ее одним из лидеров в данной области, что позволяет предлагать максимально эффективную очистку воздуха за экономичную плату.

Изготовленное этой компанией оборудование установлено не только на большинстве предприятий Германии, но и во многих странах по всему миру.

Широкий спектр самых современных фильтровальных материалов позволяет в каждом конкретном случае обеспечить оптимальные условия очистки, включая агрессивные и высокотемпературные среды.

Применяемое «ноу-хау» - использование аэродинамического эффекта Коанда и двухступенчатой эжекции (рис.3), дает возможность осуществлять эффективную автоматическую регенерацию фильтровальных рукавов длиной до 8 м. Данное техническое решение защищено патентом. Этот уникальный

способ минимизирует расход сжатого воздуха и максимально продлевает срок службы фильтровального материала.

Фильтры выпускаются в обыкновенном, взрывозащищенном исполнении, из стали, нержавеющей стали или алюминия.

Для фильтровальных агрегатов, устанавливаемых снаружи зданий, используется система электронагрева отдельных частей, таких как зона установки воздушных клапанов, пылесборник и шнековый конвейер.

Все предлагаемые фильтры различных конструкций обладают минимальными затратами по эксплуатации и конструируются с учетом архитектурно-планировочных требований для каждого заказчика индивидуально.

В случае необходимости улавливания вредных газов ЗАО «СовПлим» предлагает дополнительную ступень очистки – установки плазменно-каталитического дожигания. Таким образом, мы обеспечиваем комплексное решение - очистку, как от пыли и аэрозолей, так и от газов.



Рис. 4. Фильтр INTENSIV, установленный на ООО «ОМК-Сталь»

К настоящему моменту фильтры INTENSIV с успехом эксплуатируются на таких предприятиях России, как ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (6 фильтров), «Новолипецкий металлургический комбинат», ОАО «Апатит», ОАО «Невьянский цементник», «Евроцемент групп», ООО «ОМК-Сталь» (рис.4), на семи заводах «KNAUF», ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров», на угольном терминале порта в Усть-Луге (во взрывобезопасном исполнении).

Для большинства этих объектов ЗАО «СовПлим» участвовало в разработке проектов и осуществлении пуско-наладочных и шеф-монтажных работ.

Один из фильтров INTENSIV производительностью 120 тыс. м³/час, установленный при участии ЗАО «СовПлим», успешно зарекомендовал себя на ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», на линии непрерывной разливки стали.

Так же в рамках одного из совместных проектов с фирмой INTENSIV FILTER, силами ЗАО «СовПлим» в 2005г. была проведена работа по реконструкции рукавного фильтра производительностью 60 000 куб.м/час после мельницы помола цемента на ОАО «Невьянский цементник», входящего в холдинг «Евроцемент групп» (рис.5).

Работа

закключалась в эксклюзивном изготовлении головной части фильтра с учетом конкретных геометрических параметров существующего корпуса отечественного фильтра СМЦ, поэтому первоначально были проведены обследования фактического состояния корпуса и его несущей способности. В связи с изменениями направления потоков чистого и грязного воздуха, была переработана система подачи со схемы «сверху-вниз» на схему «снизу-вверх» и сделан аэродинамический расчет и изготовлены каналы, которые позволили обеспечить равномерность



Рис. 6. Фильтры INFASTAUB, установленные на бункерах.

подачи и удаления воздуха по всем 9-ти секциям фильтра. Такое решение позволило существенно увеличить срок эксплуатации фильтровальных рукавов за счет равномерного распределения загрязненного воздуха по фильтровальной поверхности и повысить эффективность очистки. Высокие технические показатели в сочетании с простотой и надежностью в работе явились аргументом в пользу внедрения этого решения при реконструкции аналогичного рукавного фильтра второй мельницы помола цемента на этом предприятии, что было реализовано в 2007г.



Рис. 5. Фильтр INTENSIV, установленный в рамках реконструкции на ОАО «Невьянский цементник».

Кроме этого, в 1994 году нами была осуществлена поставка фильтра INTENSIV производительностью 35 000 куб.м/час на ОАО «Апатит» для очистки выбросов от сталь-печи. Инженерное решение

включало искрогашение на первой ступени, улавливание твердых частиц и аэрозолей рукавным фильтром и очистку выбросов от газов на установке плазменно-каталитического дожигания.

На большинстве предприятий металлургической отрасли существуют не только задачи очистки больших объемов выбросов от металлоплавильных печей, но также зачастую возникают проблемы с выделением пыли в местах пересыпок, транспортировки и хранения сыпучих материалов, при загрузке и разгрузке силосов, при дроблении, сушке и при многих других вспомогательных процессах, встречающихся в металлургическом производстве.

ЗАО «СовПлим» решает эти вопросы в рамках совместной работы с другим партнером в области пылеулавливания - фирмой INFASTAUB.

Фирма «INFASTAUB» производит фильтры, рассчитанные на сравнительно небольшие объемы очищаемого воздуха – до 30 000 м³/час и на максимальную входную запыленность до 50 г/м³. Фирма выпускает 9 серийных типов фильтров, включая фильтры для глубокой очистки до 0,001 мг/м³ (атомная пр-ть, фармацевтика и т.д.). Они используются для вентилирования и разгрузки силосов (рис.6), для очистки воздуха у мест пересыпок (рис.7), дробилок, для обеспыливания воздуха, удаляемого от рабочих мест и от оборудования.



Рис. 7. Фильтр INFASTAUB на месте пересыпки.

Очистка осуществляется от практически любых видов пыли, в том числе ядовитой и агрессивной. По способу очистки фильтры делятся на карманные, кассетные, рукавные и патронные. Регенерация фильтровального материала осуществляется либо путем импульсной продувки сжатым воздухом в автоматическом режиме (без остановки работы фильтра), либо путем электромеханического встряхивания.

Материал подбирается индивидуально в зависимости от характеристик пыли. Как правило - это нетканый полиэстер.

Корпуса фильтров компактны и многие имеют модульное исполнение.



Рис. 8. Фильтр INFASTAUB во взрывозащищенном исполнении, снабженный разрывной мембраной.

На большинстве крупных металлургических предприятий существуют коксохимические производства. Для данной технологии хорошо зарекомендовали себя фильтры «INFASTAUB» специальным взрывозащищенном исполнении, которые можно применять в условиях, когда существует опасность самопроизвольного возгорания или взрыва пыли.

Фильтры могут быть изготовлены в искрозащищенном исполнении, когда для изготовления фильтра используются антистатические материалы, все его части заземлены, а электрические части защищены в соответствии со стандартом АTEX. Такое исполнение предотвращает возможность возникновения искры с последующим возможным взрывом.

Во избежание последствий от резкого скачка давления внутри фильтра, если взрыв все же произошел, существуют фильтры во взрывозащищенном исполнении. Они так же имеют антистатическую защиту, но дополнительно корпуса фильтров усилены ребрами жесткости, которые позволяют ему выдерживать толчок давления до 0,4 бар и снабжены пламегасителями или разрывными мембранами (рис.8), которые вылетают в момент возникновения взрыва, направляя взрывную волну в нужную сторону, исключая при этом возможных последствий в виде ранения персонала и повреждения другого оборудования.

Существуют так же фильтры в усиленном корпусе, выдерживающим скачок давления до 10 бар и способном подавить взрыв внутри себя. Такие фильтры оснащаются специальными отсечными заслонками, препятствующими распространению взрывной волны по воздуховодам, соединенных с фильтром.

Взрывозащищенные фильтры были поставлены для таких предприятий, как ОАО «ГМК Норильский никель», ОАО «Северсталь».

Как уже было сказано выше, в ряде случаев на металлургических предприятиях существует потребность в перегрузке сыпучих материалов (например, извести) из силосов в автомобильный или железнодорожный транспорт.

Для решения этих задач ЗАО «СовПлим» предлагает станции беспылевой погрузки сыпучих материалов «навалом» (рис.9). Эти устройства имеют телескопическую конструкцию и встроенную систему аспирации с вентилятором и фильтром. Система автоматического дистанционного управления позволяет этим агрегатам перемещать загрузочную воронку установок как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях и обеспечить ее герметичное позиционирование на загрузочном люке транспортного средства.

В качестве опции ЗАО «СовПлим» предлагает автоматизированную систему, осуществляющую контроль и управление технологическим процессом отгрузки сыпучих материалов по сигналу от электронных весов, интегрированную в существующую на предприятии электронную систему логистики (например «Парус»). Для исключения несанкционированной отгрузки она может осуществляться по магнитным жетонам.



Рис. 9. Станция погрузки сыпучих материалов INFA-POWTRON.

Система состоит из:

- автоматизированного рабочего места оператора отгрузки
- механизма обмена данными с электронной системой логистики
- технологическую базу данных
- жетонную систему управления
- и контроля при отгрузке продукции

На сегодняшний день ЗАО «СовПлим» является эксклюзивным представителем фирм INFASTAUB и INTENSIV FILTER на российском рынке и осуществляет поставку и техническое сопровождение данного оборудования.

Современное газоочистное оборудование. Высокоэффективное оборудование для пылеочистки. (ОАО «НИИОГАЗ», Россия)

*Васьков Сергей Алексеевич, Главный инженер
ОАО «НИИОГАЗ»*

Научно-исследовательский институт по промышленной и санитарной очистке газов - ОАО «НИИОГАЗ» - с 1931 г. занимается разработкой и внедрением установок пылегазоочистки. За все прошедшие годы институт был ведущей организацией в стране, решающей задачи и технологической очистки газов, и защиты воздушного бассейна от выбросов вредных веществ.

С самого начала своей деятельности работы института развивались по трем главным направлениям:

- очистка отходящих газов от аэрозолей с использованием сильных электрических полей;
- механические методы удаления аэрозолей из потока газа под действием центробежных сил и фильтрацией через пористые перегородки;
- химические методы очистки газов от вредных компонентов.

Кратко об этих направлениях.

Работа технологического оборудования основных и вспомогательных цехов заводов черной и цветной металлургии, цементных заводов, предприятий стройиндустрии, теплоэлектростанций сопровождается выбросами в атмосферу большого количества загрязнителей в виде пыли и газов, содержащих сернистый ангидрид, оксид и диоксид углерода, окислы азота, сероводород и др. Количество, состав и содержание присутствующих в газах ингредиентов определяются технологией переработки сырья, принятой технологической схемой процесса, используемым оборудованием, параметрами технологического процесса.

Современное состояние технологий и техники газоочистки позволяет очистить до санитарных норм газы практически любого исходного состава, а достигаемая степень извлечения компонента определяется санитарно-гигиеническими требованиями и стоимостью процесса.

На металлургических предприятиях основными источниками выбросов являются участки подготовки сырья и шихты, плавильные, отражательные и фьюминговые печи, агломерационные машины, охладители агломерата и другие агрегаты. На цементных заводах и предприятиях стройиндустрии - сушильные барабаны, мельницы, смесители, вращающиеся печи обжига клинкера, силоса. В теплоэнергетике - котлоагрегаты, работающие на газе, сернистых углях и мазуте.

Очистка серосодержащих газов.

При переработке сульфидных руд основными загрязнителями дымовых газов являются пыль и диоксид серы. С очисткой от пыли проблемы практически решены. Освоенных промышленностью методов извлечения диоксида серы из отходящих газов в настоящее время существует много: мокрые, полусухие и сухие, щелочными растворами и суспензиями, циклические и нециклические, с получением в качестве конечного либо утилизируемого, либо товарного продукта.

В мировой практике основным стал известняковый метод, использующий дешевый реагент - природный известняк. Метод реализован впервые в мире на Магнитогорском металлургическом комбинате на установке производительностью 3 млн. м³/ч. В 2005г. ОАО «НИИОГАЗ» разработал Регламент на реконструкцию сероулавливающей установки №4 аглофабрики №3 ММК с использованием щелочных растворов, по которому институт «Гипрогазоочистка» выполнил проект на реконструкцию установки производительностью 350 тыс. м³/ч.

За последнее время разработан ряд регламентов на проектирование газоочистных установок по очистке от пыли электрофильтрами и диоксида серы мокрым известняковым методом для Кедамжайского сурьмяного комбината, Новосибирского оловянного комбината, ПО «Уфалейникель», Алавердинского медеплавильного завода ЗАО «Эй-Си-Пи», Республика Армения.

Испытания стендовой установки по очистке обжиговых газов Костомукшского ГОКа сухим методом совместно с финской фирмой «Тампелла» явились основой для разработки Регламента на установку очистки производительностью по газу 1 225 000 нм³/ч.

Очистка от сероводорода.

ОАО «НИИОГАЗ» может предложить технические решения по очистке организованных выбросов практически от любых вредных компонентов, присутствующих, как в виде взвешенных частиц, так и в газообразном состоянии.

На предприятиях черной металлургии существует неорганизованный источник выброса такого опасного компонента, как сероводород, при выгрузке кокса из камеры коксования в тушильный вагон и в процессе тушения раскаленного кокса водой или инертным газом. Определенные концентрации сероводорода присутствуют также на промплощадках нефтеперерабатывающих и химических предприятий. В таких случаях единственной возможностью снизить вредное воздействие сероводорода на персонал и электронную технику является очистка подаваемого в помещения вентиляционного воздуха.

Для таких систем очистки «НИИОГАЗ» может предложить угледсорбционный фильтр с использованием в качестве сорбента разработанного в институте и защищенного патентом России

активированного угля АУ-644, превосходящего по своим сорбционным характеристикам зарубежные аналоги и успешно прошедшего полутора годовые промышленные испытания. При этом фильтр может применяться как в приточных, так и в вытяжных системах.

Рукавные фильтры.

С развитием технологических процессов, требующих очистки газов при высоких температурах, возникла необходимость разработки новых термостойких материалов из синтетических волокон. Разработаны фильтровальные материалы на основе оксалоновых волокон термостойкостью до 220⁰С, а затем совместно с институтом нетканых материалов - иглопробивной фильтровальный материал из фенилоновых волокон на каркасе.

Одновременно «НИИОГАЗом» решалась проблема очистки горячих газов с температурой до 500⁰С. В результате испытаний ряда термостойких материалов были созданы высокотемпературные фильтры ФВУ с фильтрующими элементами из металлической сетки, на основе которых разработан типоразмерный ряд фильтров ФРОС, эксплуатировавшиеся длительное время на Чирчикском электрохимическом, Кадамжайском сурьмяном и Никитовском ртутном комбинатах.

За последние годы создан ряд рукавных фильтров во взрывозащищенном исполнении типа ФРБИ, ФРИЦ, которые можно эксплуатировать в помещениях класса В-1а.

Широкое распространение получили разработки, включающие высокотемпературную очистку газов на основе использования керамики, металлокерамики, тефлоновых волокон.

Сохраняя традиции, в настоящее время ОАО «НИИОГАЗ» выполняет комплекс работ по очистке газов с использованием рукавных фильтров: обследование установок рукавных фильтров с выдачей рекомендаций по ремонту и реконструкции, поставка фильтровальных рукавов из отечественных и импортных материалов, изготовление и поставка фильтров во взрывозащищенном исполнении для помещений класса В-1а и В-11а, изготовление и поставка фильтров, работающих под давлением очищаемого газа до 0,6 МПа, расчет и поставка предохранительных мембран для рукавных фильтров отечественных и фирмы «Elfab» (Англия), разработка конструкций фильтров с импульсной регенерацией, оснащаемых керамическими элементами фирмы «Madison Filter», способных работать при температуре до 900⁰С с одновременным удалением диоксида и оксидов азота, разработка патронных и малогабаритных панельных фильтров.

Исследования аппаратов **сухой инерционной** очистки газов «НИИОГАЗом» провели к созданию серии циклонных аппаратов. За счет накопленного обширного экспериментального материала и промышленных испытаний разработано несколько серий циклонов типа ЦН (Циклоны НИИОГАЗа), получивших широкое распространение в самых различных отраслях промышленности.

Циклоны цилиндрические (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15у, ЦН-24) высокопроизводительны, могут применяться для очистки газов объемом от нескольких сотен до сотен тысяч м³/ч при содержании твердых частиц в газе размером от 8 мкм. Диаметр циклонов – от 200 до 2000мм. При больших объемах газа могут объединяться в группы от 2 до 14 шт.

Циклоны типа ЦН-15 могут быть выполнены во взрывозащищенном исполнении с эффективностью очистки 80%.

Спирально-конические циклоны типа СДК-ЦН-33, СДК-ЦН-34, СДК-ЦН-22, СДК-ЦН-19 широко применяются в производстве технического углерода. Частицы сажи размером 0,02-0,04 мкм улавливаются циклонами на 80-85%.

Электрофильтры. Аппараты электростатической очистки газов получили широкое применение в промышленности благодаря их универсальности и высокой степени очистки при сравнительно низких энергозатратах. Физические процессы при электрической очистке газов хорошо поддаются автоматическому регулированию, гидравлическое сопротивление не превышает 100-150 Па.

В «НИИОГАЗе» разработаны и сконструированы все основные типоразмеры электрофильтров (УГ, ЭГА, ЭГБ, ЭГВ), которые сегодня эксплуатируются в цементной промышленности, промышленности строительных материалов, в черной и цветной металлургии и других. На базе существующего оборудования мы можем разработать проект реконструкции установки с целью её модернизации, поставить необходимое оборудование, провести шефмонтаж и пуско-наладку. При необходимости в существующем оборудовании могут быть модернизированы отдельные узлы (коронирующие или осадительные электроды, системы встраивания и т.п.), что позволяет при минимальных затратах сократить выбросы в атмосферу.

ОАО «НИИОГАЗ» в ноябре 2004 г. получило патент на **новый тип коронирующего электрода**, сочетающего в себе достоинства игольчатого (зубчатого) и спирального электрода. Токовые нагрузки полей удалось поднять с 10-30 мА при 44-47 кВ до 60-170 мА при 30-32 кВ. Электроды этого типа были поставлены для сухих электрофильтров ОАО «Вольскцемент», ОАО «Подольскцемент», ОАО «Боровичский завод огнеупорных материалов».

При участии института разработаны современные **системы автоматического управления и контроля** за работой электрофильтра, обеспечивающие поддержание оптимального режима очистки газов при колебаниях технологических параметров. Современной системой управления электрофильтром типа «МЭФИС – 03» оснащаются отечественные агрегаты питания.

В 2008 году на ОАО «Челябинский цинковый завод» принят в эксплуатацию новый высокотемпературный электрофильтр ЭГТ. Электрофильтр заменил устаревший ГК-30 и предназначен

для очистки от пыли газов с температурой до 450 °С, отходящих от шахтных печей обжигового цеха. Электрофильтр трехпольный, с прутковыми осадительными электродами и ленточно-зубчатыми коронирующими. Основная разработка узлов проведена в «НИИОГАЗе», рабочие чертежи выполнены ООО «ИЦ «УЦМГО». В последний период эксплуатации концентрация пыли на выходе не превышала 60 мг/м³ при стабильных электрических показателях полей. Электрофильтр может применяться для очистки и других высокотемпературных газов.

В конце 2007 года на ОАО «Уралэлектромедь» при непосредственном участии специалистов «НИИОГАЗа» была пущена в эксплуатацию вторая линия **газоочистки плавильных печей**.

Новые газоочистные сооружения химико-металлургического цеха (ХМЦ) обеспечивают прием и высокоэффективную очистку газов отделения переработки шламов ХМЦ с переводом всех очищаемых компонентов газа в промпродукты, удобные для извлечения ценных компонентов.

Газы двух отражательных плавильных печей, перерабатывающих медьэлектролитные (анодные) шламы, а также лом и отходы драгоценных металлов с выплавкой серебряно-золотого сплава (металла Доре), очищаются в двух независимых системах (от плавильной печи № 1 и плавильной печи № 2), выполненных по одинаковой схеме. Горячие печные газы поступают в пылеосадительную камеру, в которой смешиваются с атмосферным воздухом. Камера разделена вертикальной перегородкой, изменяющей направление движения газового потока со сверху-вниз на снизу-вверх. При изменении направления движения газового потока из него выделяются наиболее крупные и тяжелые частицы пыли, которые оседают на дне камеры.

Из пылеосадительной камеры смесь охлажденного газа и воздуха с температурой 250 – 400° направляется в два последовательно установленных «мокрых» аппарата (первый - полый скруббер, второй - скруббер Вентури с циклонным каплеуловителем), в которых происходит дальнейшее снижение температуры до 45 – 55° и основная очистка от пыли.

Скруббер охлаждения представляет собой полый цилиндрический аппарат диаметром 2,75 м и высотой 15 м. Форсунки орошения расположены в два яруса, по 4 штуки в каждом ярусе.

Скруббер Вентури (СВ) установлен наклонно с углом к горизонтали ~ 30° и выполнен из стеклопластика, диаметр горловины выбран 210 мм. СВ оснащен двумя форсунками, расположенными с двух сторон в начале конфузора. За СВ установлен типовой каплеуловитель КЦТ-1000, изготовленный из титана. Слив раствора с уловленной в СВ пылью осуществляется напрямую в бак без гидрозатвора.

Далее газ с содержанием пыли до 0,25 г/м³ подается центробежным вентилятором (один - основной, второй - резервный) в две параллельно работающие секции мокрого полимерного электрофильтра ЭТМ2-7,2-3,8-482 СПТФ. В электрофильтре газ очищается от пыли и тумана до остаточной концентрации 3 – 5 мг/м³. Уловленный в электрофильтре туман вместе с осажденной пылью стекает в отдельный бак (БОЭ). Из этого же бака осуществляется периодическая промывка электродов от шламовых отложений подогретой до температуры 55 – 60 °С водой через установленные на крышках секций форсунки. Номинальный расход орошающей жидкости составляет 28 м³/час при давлении 2,0 кгс/см².

Питание секций электрофильтра током высокого напряжения осуществляется от двух агрегатов типа ОПМД-250 с регуляторами «МЕФИС-02», установленными в преобразовательной подстанции. Управление агрегатами, контроль тока и напряжения на электрофильтре, управление вентиляторами, задвижками, насосами, показания датчиков расхода, разрежения, температуры выведены на экран монитора ПК рабочего места оператора газоочистки.

Мокрые электрофильтры типа ЭТМ широко применяются в нефтеперерабатывающей и химической промышленности, цветной и черной металлургии, производстве минеральных удобрений. Электрофильтры разработаны под руководством заслуженного изобретателя СССР Мошкина А.А.. В отличие от иностранных аналогов в электрофильтрах применяется теплоэлектропроводящий материал, что позволяет конструировать из него не только осадительную, но и коронирующую систему. Дочерняя фирма «НИИОГАЗа» - ООО «Промгазоочистка-АКС» - изготавливает, поставяет, осуществляет шеф-монтаж и пуско-наладку высокоэффективных электрофильтров из полимерного материала вместо металлических электрофильтров типа ШМК. На данный момент никто в мире, кроме ООО «Промгазоочистка-АКС», не может предложить коронирующие электроды из полимерного материала. Фирма имеет патенты на материал, конструкцию и технологию изготовления полимерных мокрых электрофильтров.

ООО «Промгазоочистка – АКС» может не только поставить новые электрофильтры, но и провести модернизацию существующих с целью повышения эффективности их работы. Проведя необходимое обследование существующей газоочистки, предлагаем полную или частичную замену внутреннего оборудования на полимерный вариант в имеющийся корпус.

Предлагаются различные варианты конструктивного оформления электрофильтров. Осадительные системы могут быть выполнены в моноблочном и подвесном вариантах в зависимости от требуемой степени очистки и технологического процесса. Моноблок собирается на специальном стапеле и поставяется Заказчику в готовом виде.

Коронирующая система выполняется также в нескольких вариантах в зависимости от технологии, нужной степени очистки, ступени электрофильтра. Основная идея конструкции при этом сохраняется -

электрод представляет собой гирлянду из зубчатых элементов, нанизанных на несущий стержень из стали, титана или оцинкованного провода.

Используемый в конструкциях специальный полимерный композиционный материал обладает высокой теплоэлектропроводностью, химической стойкостью, формоустойчивостью и технологичностью.

Полимерные электрофилтры в среднем на 30% дешевле аналогичных по габаритам металлических. Имеется в виду только механическое оборудование без учета косвенных затрат (транспортировка, монтаж, свинцово-паяльные работы). Монтаж полимерного внутреннего оборудования занимает две недели, аналогичного металлического – два месяца. Исключаются вредные для здоровья свинцово-паяльные работы. Электрофилтр удобен в эксплуатации. Внутреннее полимерное оборудование практически не зарастает технологическим шламом за счет гидрофобной поверхности полимера, конструкции из полимерных материалов не подвержены коррозии.

За 2007-2009 годы поставлено оборудование полимерных электрофилтров на ООО «Медногорский медно-серный комбинат», ОАО «Уралэлектромедь», ОАО «Челябинский цинковый завод», ОАО «Сумыхимпром», ООО «Киришинефтеоргсинтез», ОАО «Новокуйбышевский НПЗ».

На ОАО «Уралэлектромедь» и ООО «Медногорский медно-серный комбинат» применена моноблочная самонесущая конструкция осадительной системы. При этом maximизируется активная площадь электрофилтра, и полностью отсутствуют «паразитные» зоны. Электрофилтры такой конструкции демонстрируют высокие цифры по эффективности - до 99%. В этой конструкции отсутствует трубная решетка, что снижает металлоёмкость и сроки монтажа электрофилтра.

Электрофилтр ЭТМ2-7,2-3,8-482 СПТФ первой очереди на ОАО «Уралэлектромедь» эксплуатируется более 3-х лет. Электрофилтр представляет собой вертикальный двухсекционный аппарат. В металлическом, футерованном изнутри прямоугольном корпусе смонтированы две моноблочные вертикальные осадительные системы с шестигранными электродами из тепло-электропроводящего материала в титановом каркасе. Коронирующие электроды выполнены из зубчатых элементов на титановой несущей полосе.

На ОАО «Челябинский цинковый завод» (в 2008 году пущено четыре электрофилтра ЭТМ1-9,75 на реконструированной 4-й системе СКЦ, а всего 12 электрофилтров) и ОАО «Сумыхимпром» (в 2008 году - два электрофилтра) применена подвесная осадительная система, которая проста в сборке, обладает высокой ремонтпригодностью. Оборудование смонтировано в стальных корпусах, футерованных кислотоупорным кирпичом по подслою из полиизобутилена. Такая конструкция корпуса наиболее часто применяется для крупногабаритного оборудования.

Коронирующие электроды выполнены из зубчатых элементов, нанизанных на свинцовую основу. Конструкция коронирующих электродов позволяет в несколько раз увеличить рабочие токи электрофилтра и избежать обрыва электродов, что повышает эксплуатационную надежность.

Полимерные электрофилтры успешно эксплуатируются на ОАО «ПО Гродно-Азот», ОАО «Аммофос», Комбинате «Североникель», ОАО «Новосибирский аффинажный завод», ОАО «Газпромнефть - Омский НПЗ», ОАО «Челябинский цинковый завод», ОАО «ГМК Норильский никель», ООО «Киришинефтеоргсинтез», ОАО «Уралэлектромедь», ГМК «Болеслав» в Польше и других.

«НИИОГАЗ» всегда самостоятельно проводил все обследования с целью определения количества и состава газа и эффективности очистки на основе разработанных институтом ГОСТов. В 1996г. в институте была создана эколого-аналитическая лаборатория, аккредитованная в ассоциации аналитических центров «Аналитика» в системе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Основные направления работы лаборатории – инвентаризация источников выбросов в атмосферу, оценка эффективной работы пылегазоочистного оборудования, разработка технологических схем очистки и исходных данных на проектирование пылегазоочистных установок (ПГУ) для организаций различных ведомств.

Продукция лаборатории – регламенты на проектирование ПГУ, тома на выбросы в атмосферу (ПДВ), лимиты на размещение отходов (ПНООЛР), паспорта на пылегазоочистные установки.

Лаборатория располагает штатом квалифицированных сотрудников и оборудованием, позволяющим определять ингредиенты в промышленных выбросах и атмосферном воздухе.

Лаборатория аттестована на определение различного вида взвешенных частиц и газовых компонентов, в том числе аэрозоли серной, фтористой и фосфорной кислот, аэрозоль щелочи, газообразные оксиды серы и азота, хлор- и фторид - ионы, аммиак, формальдегид, фенол, сероводород, меркаптаны.

Инновационный подход к проектированию современных газоочистных установок на предприятиях черной и цветной металлургии, энергетики и производства строительных материалов. (ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг», Россия)

Благодатских Никита Владимирович, инженер 1 категории отдела электромеханической очистки газов, ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг»,

Проектный институт ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» на протяжении всей своей деятельности занимается вопросами снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях всех отраслей промышленности: черной и цветной металлургии, энергетики, нефтехимии, производства строительных материалов, машиностроительной, пищевой и др.

Для предприятий черной и цветной металлургии ООО «Гипрогазоочистка-Инжиниринг» выполняет полный комплекс инжиниринговых услуг, проектирует новые и выполняет реконструкцию существующих установок:

- очистки технологических газов при производстве стали в конвертерах, мартеновских и электродуговых печах;
- очистки доменного газа и аспирационного воздуха доменных печей;
- очистки технологических газов ферросплавного производства;
- очистки аспирационного воздуха от установок десульфурации чугуна;
- очистки технологических газов и аспирационного воздуха при производстве агломерата и окатышей, при производстве глинозема, алюминия, никеля и других цветных металлов;
- очистки газов в коксохимическом производстве.

Для предприятий цементной промышленности ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» проектирует новые и выполняет реконструкцию старых установок очистки газа:

- после цементных мельниц;
- за вращающимися печами обжига;
- за шахтными печами;
- за сушильными барабанами и др.

Для энергетики ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» проектирует новые и выполняет реконструкцию существующих установок очистки технологического газа от котлов работающих как на пылевидном, так и на газо-мазутном топливе.

ООО «Гипрогазоочистка-Инжиниринг» проектирует системы пылетранспорта, с использованием оборудования мировых производителей таких как Clyde Bergemann, Claudius Peters и пр., а так же высоконапорного низконапорного пневмотранспорта с применением отечественного оборудования; механического пылетранспорта, с установкой конвейеров скребковых, винтовых, ленточных и т.д.; загрузочных установок, силосов для хранения уловленной пыли, увлажнения и перегрузки сыпучих материалов.

Основными направлениями производственной деятельности ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» являются:

- комплексная разработка проектно-сметной документации для строительства новых и реконструкции действующих установок газоочистки и пылеулавливания;
- осуществление шефмонтажа, пуска, наладки и авторского надзора в строительстве газоочистных сооружений;
- техническое сопровождение проектной документации при прохождении документации главгосэкспертизы;
- методическая и консультативная помощь организациям в решении технических проблем газоочистки как на стадии предпроектных и проектных работ, так и в период капитального строительства и эксплуатации.

В комплексную разработку проектно-сметной документации входят:

- разработка технологической части (выбор и расчет основного технологического оборудования);
- сантехнической и строительной частей (расчет корпусов электрофильтров, рукавных фильтров, разработка чертежей КМ, КЖ, АС, ОВ и т.д.);
- КИП, электрической части (установка КТП, устройства плавного пуска, частотных преобразователей, АСУТП и т.д.);
- разделы ООС, ПОС и другие разделы проектной документации, необходимые для прохождения главгосэкспертизы;
- антикоррозионная защита;
- проведение конструкторских работ по разработке нестандартизированного оборудования.

По методам очистки газов ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» применяет все наиболее современные способы очистки, включая электрическую в электрофильтрах, фильтрацию в различных волокнистых и рукавных фильтрах, мокрую, инерционную в циклонах и др.

В 2008 году ООО "Гипрогазоочистка-инжиниринг" перешло на проектирование с использованием 3-х мерной модели. Такой подход к проектированию в условиях Российской действительности является инновационным и позволяет конкурировать с мировыми лидерами в области проектирования.

Кроме того ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» имеет в своем распоряжении технологию лазерного сканирования, позволяющую создать трехмерную модель существующего оборудования и металлоконструкций с точностью до 0,5 см. При разработке проектной документации данная модель является подосновой для создания трехмерной модели установки газоочистки.

Созданная трехмерная модель установки газоочистки ускоряет проектирование на всех этапах разработки проекта. На этапе предпроектной проработки при общении с Заказчиком трехмерная модель позволяет в большей мере оценить габариты оборудования и разместить его в условиях существующей застройки.

На этапе разработки проекта трехмерная модель используется всеми подразделениями ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг»:

- технологический отдел располагает и увязывает технологическое оборудование, осуществляет разработку технологических трубопроводов;
- строительный отдел располагает опоры под оборудование, включая связи, фундаменты, площадки обслуживания, компоует здания, помещения, осуществляет разводку трубопроводов ОВ;
- отдел КИП и А и электротехническая группа имея в своем распоряжении трехмерную модель расположения оборудования и строительных конструкций без труда осуществляет прокладку кабельных лотков и кабельных трасс, устанавливает датчики, посты управления и т.п. в местах удобных для обслуживания.

Имея такой подход к проектированию позволяет находить и устранять все ошибки связанные с «налетанием» одних конструкций на другие (проверка коллизий), еще до выпуска проектной документации. Исключение ошибок на этой стадии ведет к уменьшению сроков проектирования и увеличению качества проектной документации.

При выпуске документации трехмерная модель используется для создания плоских чертежей. Плоские чертежи планов, разрезов, видов, узлов и пр. генерируются из трехмерной модели в полуавтоматическом режиме. Получение спецификаций, ведомостей элементов происходит автоматически на основании построенной трехмерной модели. Оформление чертежей происходит исключительно в соответствии с СПДС (ГОСТ 21-101-97).

При изменении технологического оборудования и/или строительных конструкций и места их расположения в пространстве изменения вносятся непосредственно в трехмерную модель газоочистки. Оформленные ранее плоские чертежи, спецификации и пр. обновляются автоматически, ускоряя тем самым процесс внесения изменений.

ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» параллельно с проектными работами создает базу используемого технологического оборудования. В дальнейшем использование этой базы при проектировании новых установок газоочистки позволит существенно сократить время проектных работ и увеличить производительность компании в целом.

По мнению специалистов ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» переход на трехмерное проектирование является неизбежным как для производителей оборудования так и для проектных институтов.

Реконструкция газоочистки на основе рукавного фильтра «WHEELABRATOR» с целью увеличения эффективности пылеулавливания шахтной печи №2 и установки «ПЕЧЬ-КОВШ» №2 электросталеплавильного цеха ОАО «Северсталь». (УкрГНТЦ «Энергосталь», Украина, ОАО «Северсталь», Россия)

*Мантула Вадим Дмитриевич, Зам. Директора УкрГНТЦ «Энергосталь» (Украина),
Директор НИИ «Энергосталь»*

*Д. В. Сталинский, В. Д. Мантула, А. В. Шапаренко, А. Ю. Пирогов,
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков, Украина
С. Б. Ерошкин ОАО «Северсталь», г. Череповец, Россия*

В электросталеплавильном цехе ОАО «Северсталь» в 2005 г пущена в эксплуатацию шахтная печь № 2 фирмы «Fuchs Systemtechnik» и установка печь - ковш № 2 емкостью 150 т, оснащенные газоочисткой канадской фирмы «Quad Engineering» с рукавным фильтром обратной продувки фирмы «Wheelabrator» (Canada). Согласно проекта, газоочистка должна обеспечивать остаточную концентрацию пыли после фильтра $\leq 10 \text{ мг/м}^3$. Однако неудовлетворительная работа газоочистки проявилась уже в течение первого года эксплуатации. Низкая эксплуатационная надежность оборудования рис. 1 (выход из эксплуатации 140 – 550 рукавов в месяц), неработоспособность клапана крышного зонта и технологического клапана приводили к значительному объему ремонтно – восстановительных работ, запыленность после фильтра составляла 200 – 400 мг/м^3 .

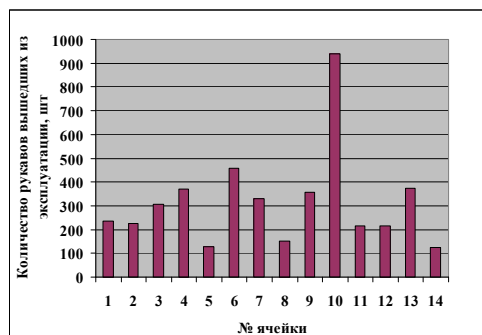


Рис. 1. Распределение по ячейкам количества рукавов вышедших из эксплуатации за период с августа 2007 г. по июнь 2008 г. (до реконструкции).

Для восстановления работоспособности газоочистки, обеспечение эффективной и надежной работы оборудования с достижением остаточной запыленность после фильтра на уровне 30...50 мг/м^3 необходимо было выяснить причины низкой стойкости оборудования и разработать мероприятия по повышению эффективности.

Для решения поставленной задачи на тендерной основе был привлечен Украинский государственный научно – технический центр «Энергосталь» (Украина), работы были начаты в 2007 году..

На основании исследований выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь» установлено, что основными причинами периодического возникновения аварийных ситуаций в работе рукавного фильтра и неработоспособности объединенной газоочистки явились: несоответствие проектной системы автоматики особенностям технологии выплавки стали в шахтных печах в ЭСПЦ (резкие изменениям газовыделения из печи, изменения температурного и гидравлического режимов). Существовавшая система автоматики с высокой инерционностью термопар и исполнительных механизмов не обеспечивала поддержку параметров для надежной работы оборудования. Замена рукавов канадской фирмы поставщика на рукава и крепления других фирм («Кондор-Эко», «Аква»), которые отличались своими характеристиками от проектных характеристик (массой, воздухопроницаемостью, усадкой), приводила к снижению эффективности регенерации. Система крепления рукавов фирмы «Кондор-Эко» не обеспечивала надежного крепления и натяжения рукава в процессе эксплуатации. Отклонения от проектной схемы в работе спрей – камеры приводила к частым превышениям температуры газов перед фильтром, а также частому проскоку раскаленных частиц металла и шлака в фильтр, что приводило к повреждению рукавов. Нарушения в работе крышного зонта не обеспечивает удаление неорганизованных выбросов. Система пылеуборки при эффективной работе фильтра не обеспечивала полное удаление пыли из-за несоответствия производительности примененных в проекте конвейеров.

В ходе исследований выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь» получены данные по пылесодержанию газов на различных участках газоотводящего тракта, например, перед рукавным фильтром (рис.2), химическому (табл.1.), дисперсному составу, удельному электрическому сопротивлению пыли (рис.3) и проведена оценка пирофорности пыли.

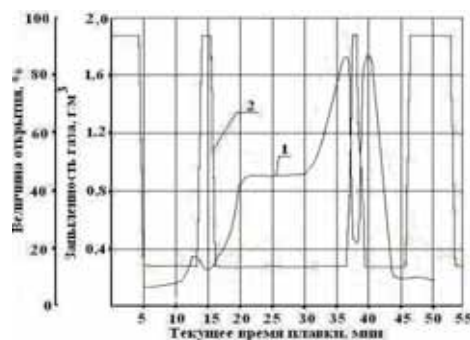


Рис.2. Изменение запыленности газа на входе в рукавный фильтр в течение плавки. 1 – запыленность газа; 2 – величина открытия крышного клапана.

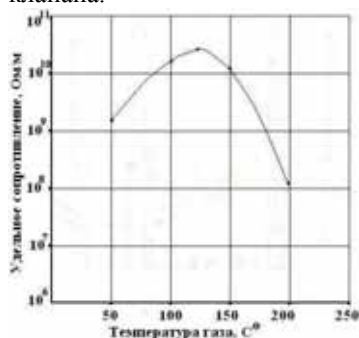


Рис.3. Зависимость удельного сопротивления пыли от температуры газа.

Таблица 1.

Химический состав пыли отобранной из бункера рукавного фильтра.

ППП, %	SiO ₂ , %	CaO, %	MgO, %	Fe ₂ O ₃ , %	MnO ₂ , %	FeO, %	Fe мет., %	Zn, %	Pb, %	Cu, %	Масло минера- льное, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6,4 – 9,1	13,0 – 15,0	6,1. – 9,8	3,1 – 6,1	21,0 - 21,8	2,1 - 2,2	5,6 – 8,4	До 1,0	9,0 – 10,0	4,0 – 5,0	2,0 – 4,0	0,9 – 1,4

Проанализированы причины возникновения «хлопков» в печи и характер разрушений газоотводящего тракта. Выданы рекомендации по уменьшению количества «хлопков». Проанализирован морфологический состав металлолома и установлен ряд посторонних предметов, попадающих в шихту, которые в процессе подогрева в шахте печи приводят к «хлопку». Для каждого ряда предметов рассчитана мощность «хлопка». Проанализирована работа рукавного фильтра с различными типами фильтровальных материалов и выбран оптимальный фильтровальный материал. Проведены испытания и определены основные эксплуатационные показатели газоочистки в зависимости от режимов работы технологических агрегатов, определены причины неудовлетворительной работы оборудования газоотводящего тракта.

По результатам работы УкрГНТЦ «Энергосталь» было предложено два варианта реконструкции. Первый вариант - замена оборудования фильтра с обратной продувкой на современный фильтр с импульсной регенерацией разработки и поставки УкрГНТЦ «Энергосталь», способный обеспечить остаточную концентрацию пыли не более 10 мг/м³. Второй вариант – реконструкция по схеме фильтра с обратной продувкой в существующем корпусе, без остановки производства.

Вариант с установкой рукавного фильтра с импульсной регенерацией был проработан и оказался возможным по размещению в существующем корпусе фильтра, однако, для монтажа оборудования фильтра требовалась остановка печи на 1,5 – 2 месяца, и этот вариант вследствие дополнительных потерь производства отклонен предприятием.

При выборе основных технических решений в УкрГНТЦ «Энергосталь» был учтен положительный опыт эксплуатации рукавных фильтров с обратной продувкой в ферросплавном и электросталеплавильном производствах на территории СНГ и в странах дальнего зарубежья, учтены особенности работы оборудования, полученные в результате обследования газоотводящего тракта. Это позволило совместно со специалистами комбината подготовить перечень мероприятий, которые были реализованы при реконструкции газоочистки в условиях действующего производства, без дополнительных простоев в работе печей: разработано и установлено новое устройство крепления и натяжения рукавов конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь»; заменена часть газохода технологических газов Ø 2220 от ШП № 2 (участок от спрейкамеры до сборного газохода) на газоход Ø2520; внесены изменения в алгоритм работы камеры спрейного охлаждения газов; установлен новый двухзаслоный регулирующий клапан на технологическом газоходе

шахтной печи № 2 Ø2500 с приводом МЭО – 4000/63 – 0,25 – 97К – У2; установлен новый регулирующий шести заслоночный клапан крышного зонта (4100х4100) с приводом МЭО – 4000/63 – 0,25 – 97К – У2, на газоходе неорганизованных - выбросов от ШП № 2. и обеспечено его функционирование в автоматическом режиме; установлены новые фильтровальные рукава из полиэфира - артикул 88–051 (2В–2); установлены площадки для обслуживания верхних креплений фильтровальных рукавов; проведена замена, вышедших из строя, под бункерных лопастных пылевых затворов в количестве 14 шт., на шлюзовые питатели Ш 5 – 45; для повышения эффективности регенерации рукавного фильтра, разработан и установлен новый алгоритм его работы; подбункерами фильтра установлены новые продольные конвейеры типа КПС (М) – 320 (2 шт.) и сборочный конвейер типа КПС (М) – 500 (1 шт.); на газоотводящем тракте установлены термопары ТХА – 1292 с температурной инерцией <3 с и ТХАУ – 0194 – 07 – Т5 с температурной инерцией <1 с; в качестве приводов для клапанов подсоса атмосферного воздуха установлены электровинтовые приводы типа ПЭВМ - 1М 600х400, позволяющие в течении 2 – 3 с срабатывать на предельные температуры заложенные в алгоритме работы газоочистки; внедрен новый алгоритм работы клапанов подсоса атмосферного воздуха; на всех ячейках (секциях) фильтра установлены новые манометры типа «Yokogawa» регистрирующие гидравлическое сопротивление секции фильтра; для повышения давления сжатого воздуха подаваемого на спрей - камеру установлен дополнительно к заводской линии новый компрессор типа 1ВВ-40/9Н; разработан и внедрен алгоритм работы газоочистки, отработка которого при возникающих «хлопках» в газоотводящем тракте сводит к минимуму повреждаемость оборудования газоотводящего тракта; взамен роторов дымососов с пустотелыми лопатками установлены новые рота с цельнолитыми лопатками. поставленных фирмой «QUAD ENGINEERING INC».

Принципиальная схема объединенной газоочистки после реконструкции представлена на рис. 4.

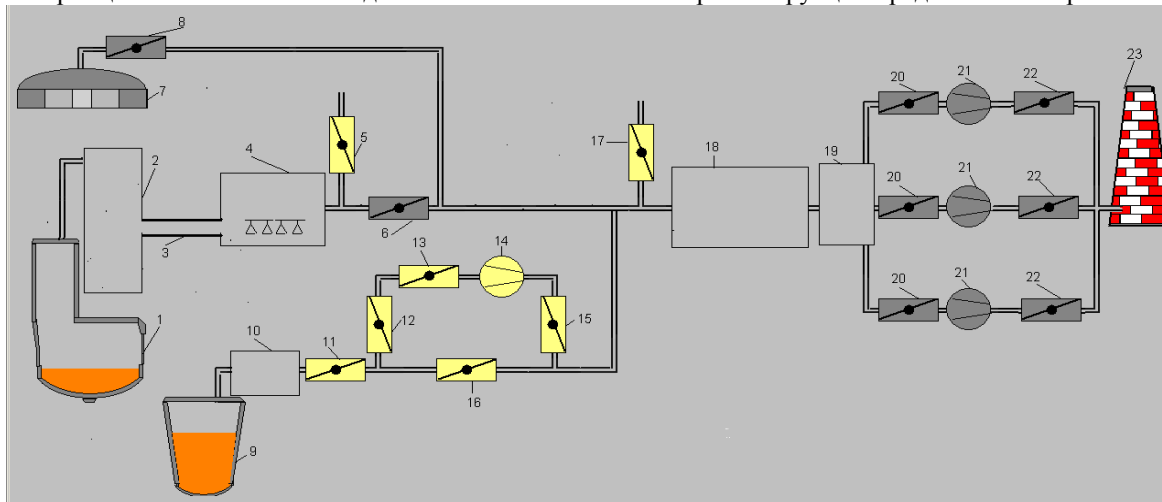


Рис 4 Принципиальная схема объединенной газоочистки. 1 – шахтная печь фирмы «Fuchs Systemtechnik GmbH»; 2 – камера дожигания СО; 3 – газоход печи водоохлаждаемый; 4 – камера спрейного охлаждения технологических газов; 5 – клапан МК–1–1200 подсоса воздуха с электроприводом; 6 – регулирующий клапан Ду 2500 с электроприводом; 7 – крышной зонт; 8 – регулирующий клапан 4100×4100 с электроприводом; 9 – установка пельосадительная камера; 10 – регулирующий клапан Ду 1200 с электроприводом; 11 – отсекающий клапан МК-1-1200 на байпасе перед дымососом ДН-19М с электроприводом; 12 – направляющий аппарат дымососа ДН-19М с электроприводом; 13 – дымосос ДН-19М с электродвигателем; 14 – отсекающий клапан МК–1–1200 на байпасе после дымососа ДН-19М с электроприводом; 15 – отсекающий клапан МК–1–1200 на прямом газоходе с электроприводом; 16 – отсекающий клапан МК–1–1200 на прямом газоходе с электроприводом; 17 – клапан МК–1–1400 аварийного подсоса воздуха перед фильтром с электроприводом; 18 – рукавный фильтр; 19 – цоколь; 20 – входной регулирующий клапан дымососа с электроприводом; 21 – дымосос № 196 серия 5460 тип DIDW RHM; 22 – клапан выходной отсекающей МК-1-2700×2400 с электроприводом; 23 – дымовая труба.

Пуск газоочистки после капитального ремонта был осуществлен в ноябре 2008 г.

Параметры работы газоотводящего тракта после реконструкции приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели работы реконструированной газоочистки в режиме работы ШП №2 – плавка.

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Величина	
			Номиналь-ная	Максималь-ная
1	2	3	4	5
1	Технологический газоход			
1.1	Температура газа на выходе из печи	°С	750...1000	1200
1.2	Температура газов после спрей - камеры	°С	180...305	

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009»**

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Величина	
			Номиналь- ная	Максималь- ная
1.3	Разрежение газа после спрей - камеры	Па	2100	3000
1.4	Объем газов после спрей - камеры	нм ³ /ч	430000	500000
2	Газоход неорганизованных выбросов			
2.1	Величина открытия регулировочного клапана	%	12	20
1	2	3	4	5
2.2	Температура неорганизованных выбросов	°С	50	70
2.3	Объем неорганизованных выбросов	нм ³ /ч	250000	350000
2.4	Разрежение газов перед регулировочным клапаном	Па	40	70
4	Рукавный фильтр (режим регенерации - по таймеру)			
4.1	Температура газов перед рукавным фильтром	°С	127	145
4.3	Разрежение газов: -перед фильтром - перед дымососом	Па	3000 5600	4600 6500
4.4	Перепад давления на фильтре	кПа	1,90	4,00
4.5	Объем газов: -перед рукавным фильтром -после рукавного фильтра	нм ³ /ч	980 000 1 200 000	1 100 000 1 350 000

После реконструкции концентрации пыли уменьшилась с 200 – 400 мг/м³ до 11 – 40 мг/м³ (согласно контракта остаточная концентрация пыли после фильтра – <50 мг/м³). Количество рукавов, вышедших из строя, уменьшилось с 140 – 550 до 12 – 25 (в месяц).

За период работы реконструированной газоочистки после «хлопков» в печи не наблюдалось повреждений оборудования газоотводящего тракта и рукавного фильтра, за исключением, в отдельных случаях, выбивания ворот спрей - камеры.

В результате выполненного комплекса работ получены данные по характеристикам пылегазоотведения из шахтной печи в течение плавки. Определены характеристики пыли (химический состав, удельное электрическое сопротивление, дисперсный состав), образующейся при работе шахтной печи. Определен химический состав газов перед рукавным фильтром. Получены оценки влияния технологических факторов на газовыделение из печи.

Установлены основные факторы, влияющие на образования «хлопков» в печи, теоретически определены их энергетические характеристики. Выявлены основные факторы, влияющие на образование и проскок искр в рукавный фильтр. Разработаны и внедрены мероприятия снижающие повреждаемость газоотводящего тракта при «хлопках». Выданы рекомендации по исключению прогаров фильтра. Часть рекомендаций внедрена на газоотводящем тракте.

Проведенная модернизация газоотводящего тракта подтвердила правильность принятых технических решений заложенных в проекте и полученных в результате пусконаладочных работ.

Разработана и реализована схема выполнения контракта на реконструкцию включая, поставку оборудования, монтаж, приемку и испытания, позволившая выполнить реконструкцию без потерь времени на дополнительную остановку производства, качественно и в срок.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при последующем проектировании газоотводящих трактов (включая рукавные фильтры) большегрузных электропечей, шахтных печей, при различных технологических особенностях выплавки.

**Технические решения проблемы пылевыведений при выгрузке кокса из печных камер.
(ЗАО НПО ВУХИН, Россия)**

*Стефаненко Валерий Тимофеевич, Заведующий лабораторией
ЗАО «НПО ВУХИН»*

При выгрузке (выдаче) кокса из печных камер в зоне движения и разрушения коксового пирога над раскаленным коксом возникает восходящий конвективный тепловой поток воздуха, захватывающий пылевые частицы и образующий зону разрежения, в которую подсасываются все новые порции атмосферного воздуха. Скорости движения этого потока весьма велики и над приемным вагоном возникает облако пыли (Фото 1).

Для улавливания и обезвреживания выбросов при выдаче кокса разработаны локальные и стационарные установки беспылевой выдачи кокса (УБВК). В большинстве случаев эти установки отличаются либо низкой эффективностью, либо высокими энергозатратами. В качестве примера приведем УБВК в комплексе батарей 5-6 ЧерМК, где применен электрофильтр ЭГБМ1-17-7,5-4-4 производительностью 150 тыс.м³/ч (Фото 2) с вентилятором ВВГ-22 мощностью 650 кВт.

Необоснованные и неоправданные затраты приводят к выводу, что основное направление совершенствования УБВК должно заключаться в повышении их эффективности при снижении капитальных и эксплуатационных затрат.

При рассмотрении эффективности различают **степень локализации**, под которой понимается степень захвата выбросов локализирующим устройством (зонтом), и **степень очистки** удаляемых из зоны выдачи газов от пыли. Степень очистки при современном состоянии пылеулавливающего оборудования (высокоэффективные циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры) может быть обеспечена практически на любом заданном уровне. Высокая степень локализации достигается за счет предотвращения доступа воздуха в зону выдачи и специальной конструкции зонта.

Наибольший эффект локализации достигается при выдаче кокса в вагон, принимающий кокс с одной постановки. Обычно это коксовозный вагон для сухого тушения кокса. ВУХИном разработана конструкция вагона для приема кокса с одной постановки для мокрого тушения кокса. Применение такого вагона вместе с комплексом решений по уплотнению зазоров и предотвращению подсосов атмосферного воздуха обеспечивает уменьшение объема аспирируемых из зоны выдачи газов при высокой степени локализации выбросов, что позволяет уменьшить габариты пылеуловителей и разместить их в виде локальной передвижной установки.

Таким образом, нами намечено направление, при котором основной задачей является уменьшение расхода отсасываемых газов при высокой степени локализации выбросов. Решение этой задачи позволяет значительно уменьшить энергозатраты и снизить требования к степени очистки, уменьшая габариты пылеулавливающих установок.

Установка беспылевой выдачи кокса (УБВК) должна соответствовать высоким требованиям по экологической эффективности и экономическим показателям.

Экологическая эффективность УБВК зависит, прежде всего, от локализации выбросов (в основном - от уплотнения стыка между зонтом и вагоном). Степень локализации выбросов на самой современной УБВК батарей 5-6 КХП НЛМК при выдаче в движущийся вагон и огромном объеме отсоса (Фото 3) оценивается на уровне лишь 85-90% без учета выбросов при открытии печи и от корзины коксонаправляющей. Другими словами, 10-15% запыленных выбросов попадают в атмосферу и создают хорошо видимое со стороны пылевое облако, что не позволяет положительно оценить экологическую эффективность УБВК.

Увеличение объема отсоса без мероприятий по локализации выбросов приводит к увеличению скорости воздушных потоков под зонтом (см. фото 3). значительному повышению концентрации пыли в аспирируемом воздухе и росту размеров уносимых частиц, что обуславливает повышение требований к эффективности пылеуловителей, т.е. увеличиваются их габариты и стоимость. При этом снижается надежность, поскольку резко возрастает абразивный износ. При условии более полной локализации выбросов можно снизить объем отсоса и, соответственно, резко уменьшить запыленность, что позволит использовать более простые, надежные и недорогие пылеуловители.

Восходящий конвективный поток, возникающий над раскаленным коксом, способствует эвакуации запыленных газов из зоны выдачи. Конструкция зонта должна с одной стороны максимально использовать эффект естественной тепловой тяги, а с другой стороны должна препятствовать неограниченному развитию этого потока. Основным принципом такой конструкции является применение двойных стенок с отсосом из образующейся щели и отсос в верхней части для снятия избыточного статического давления газов.

Экономические показатели УБВК определяются, прежде всего, объемом отсасываемых из зоны выдачи запыленных газов. Если учесть, что эти газы представляют собой атмосферный воздух, подсасываемый в зону выдачи за счет восходящего конвективного потока над раскаленным коксом, то необходимо признать, что объем газов и, соответственно, энергозатраты на его эвакуацию из зоны выдачи нуждаются в минимизации.

Все требования к конструкции УБВК были сформулированы в виде концепции, обобщающей теоретические и практические разработки.

Основное требование заключается в применении специальных мероприятий по локализации зоны выдачи (в первую очередь – стыка между зонтом и вагоном) и формировании конвективного потока за счет конструкции зонта. Конструктивно уменьшение зазора между зонтом и вагоном обеспечивается за счет уменьшения зазора между зонтом и вагоном путем наращивания стенок вагона. Подобное мероприятие, проведенное на ОАО "Кокс" существенно снизило возможность подсоса атмосферного воздуха в зону выдачи при выдаче в движущийся вагон (Фото 4).

В качестве основного механизма для эвакуации запыленных газов из-под зонта используется естественная тепловая тяга, возникающая над раскаленным коксом. Действие этого механизма можно видеть на фото 5.

Основное назначение зонта УБВК - предотвращение развития теплового потока над раскаленным коксом, поэтому в его конструкции имеется ряд специальных устройств, направленных на подавление и локализацию этого потока. В частности, применяются жалюзийные решетки, отбойники и т.д. Предусматривается укрытие корзины коксонаправляющей с подсоединением его к отсосу из-под зонта.

В верхней части зонта возникает зона повышенного теплового давления. Для снятия этого избыточного давления предусматривается отсос с направлением газов на очистку. Наиболее экономичным вариантом очистки является передвижная установка одиночного циклона на площадке, соединенной с коксонаправляющей. Этот вариант был испытан ВУХИном на батареях 5-6 КХП ОАО "Северсталь". В этом направлении может быть проработана конструкция малогабаритного горизонтального циклона-разделителя, позволяющего значительно снизить концентрацию пыли перед основными пылеуловителями.

Другим вариантом является применение известной стационарной системы типа "Министер Штайн", т.е. передача запыленных газов в коллектор и далее на стационарную систему пылеулавливания. Эта передача происходит при помощи передаточной тележки, поднимающей ленту над корытообразным коллектором. Такие системы используются на УБВК батареях 5-6 ОАО "НЛМК" и батареи 5 ОАО "Кокс".

При выдаче в вагон с одной постановки больших проблем с локализацией выбросов нет (Фото 6). При выдаче кокса в тушильный вагон необходимо обеспечить локализацию выбросов при передвижении вагона. Должно быть проработано удлинение зонта в сторону тушильной башни и установка в тушильном вагоне поперечных перегородок, препятствующих перетеканию запыленных газов вдоль вагона. Такие решения известны и не представляют собой сложности.

Основные положения концепции были реализованы при проведении промышленного эксперимента на батарее №10 НТМК с печами объемом 41.6 м³. На снимке, сделанном через 20 секунд после начала выдачи (фото 7), видно, что выделений пыли из-под зонта нет. Важно отметить, что для большегрузной батареи расход отсасываемого воздуха составлял лишь 36 тыс. м³/час, в то время как обычно этот расход превышает 100 м³/час, достигая 250-300 тыс. м³/час.

В последнее время ВУХИН выполнил ряд проектных разработок с использованием новой концепции УБВК, принятых к реализации.

**Система сборов и очистки неорганизованных выбросов при повалке конвертера. (ООО
«Филиал Гипрогазоочистка», Россия)**

*Торгаиёв Антон Григорьевич Заместитель главного инженера
ООО «Филиал Гипрогазоочистка»,*

Наша организация совместно с рядом отечественных и зарубежных компаний разрабатывает в настоящее время систему очистки выбросов от конверторного производства одного из металлургических комбинатов.

При этом помимо обычно проектируемых систем очистки основных отходящих газов от конвертора, предусмотрена система сбора и очистки неорганизованных выбросов. Именно об этой системе, поскольку она не всегда предусматривается проектировщиками, хочется рассказать отдельно.

Для сбора неорганизованных выбросов образующихся при повалках конвертера предполагается установить зонты со стороны заливки чугуна и со стороны выпуска стали, а также зонт, сооружаемый в конструкциях кровли загрузочного пролета над конвертером.

Оборудование системы сбора и очистки неорганизованных выбросов при повалках конвертера включает в себя:

- аспирацию со стороны заливки чугуна,
- аспирацию со стороны выпуска стали,
- вытяжную систему верхнего зонта,
- газоходы неочищенных газов и заслонки,
- статический холодильник (охладитель пластинчатого типа),
- рукавный фильтр,
- станцию сжатого воздуха (компрессорная),
- дымососы,
- газоходы очищенного воздуха,
- выбросную трубу,
- систему транспортировки пыли,
- силос для сбора пыли.

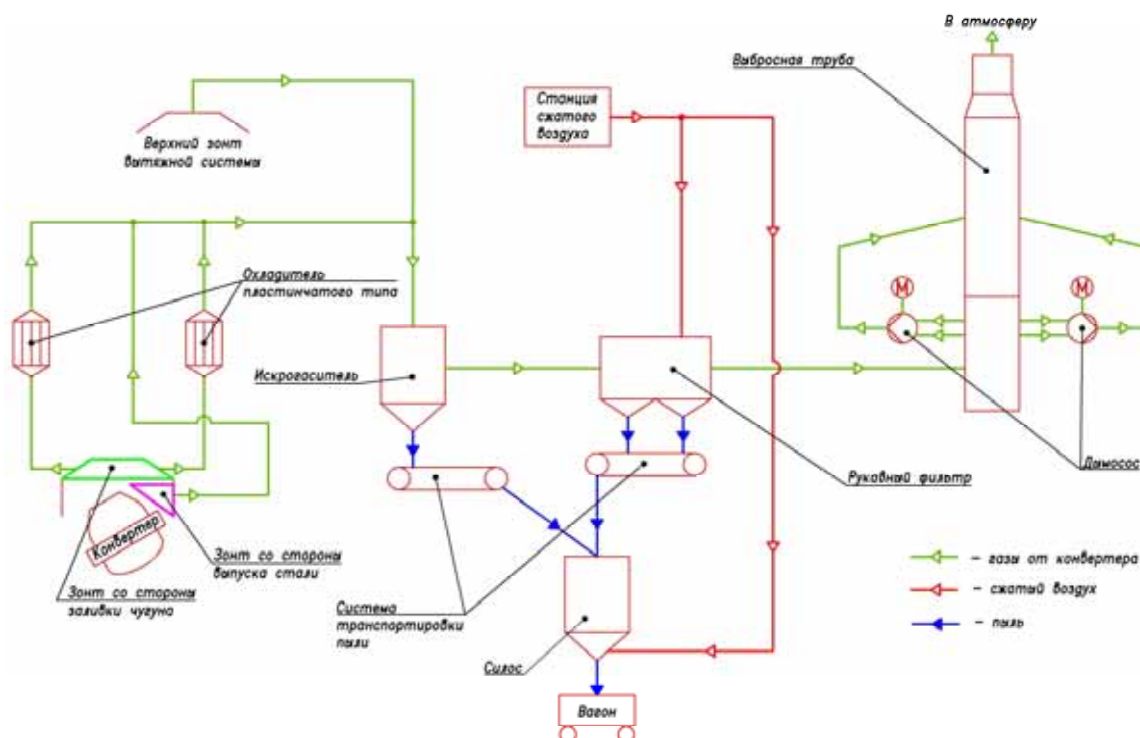


Рис. №1. Технологическая схема системы сбора и очистки неорганизованных выбросов

Система обеспыливания неорганизованных выбросов предназначена для сбора дымовых газов, образующихся на различных стадиях работы одного конвертера.

Запылённые дымовые газы собираются зонтами, которые рассчитаны на максимальный объём отбираемого воздуха. В каждый момент времени объём воздуха регулируется электроприводными задвижками для обеспечения необходимого разрежения в каждом из зонтов.

Дымовые газы, образующиеся при заливке чугуна и загрузки скрапа, собираются зонтом, который установлен с передней стороны конвертера. Зонт выполнен в виде конструкции из сварных листов, усиленных стальной рамой с необходимыми опорами и футерован гематитом для тепловой защиты. Для обеспечения равномерного отбора дымовых газов газоходы с регулируемыми заслонками подключены с обеих сторон зонта.

Дымовые газы от зонта конвертера, установленного со стороны загрузки, по двум газоходам соответствующего поперечного сечения поступает в два охладителя пластинчатого типа, где его температура снижается с 600 °С до 245-250 °С. Охлажденный запыленный дымовой газ объединяется с аспирационным воздухом, отбираемым со стороны выпуска стали.

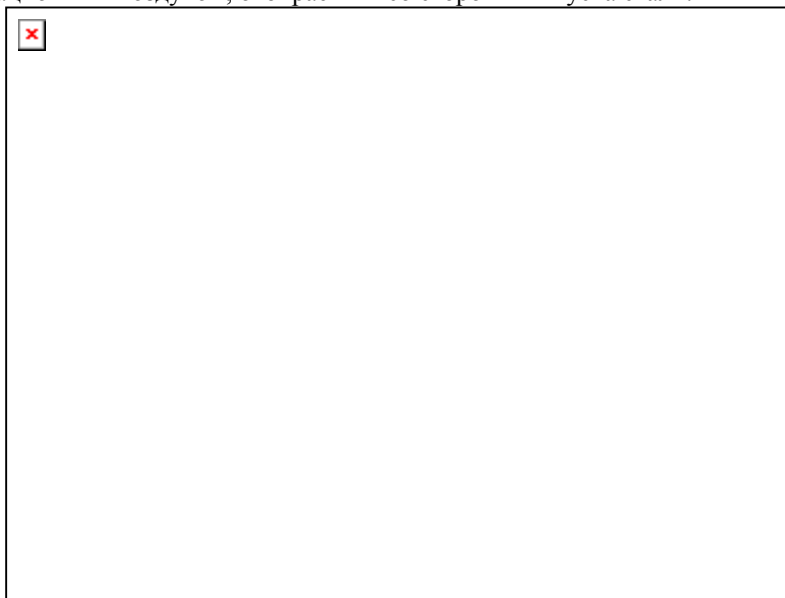


Рис. №2. Защитное укрытие со стороны загрузки.

Дымовые газы, образующиеся в течение выпуска, собираются в зонте на стороне выпуска, который размещается с задней стороны конвертера. Зонт выполняется в виде конструкции из сварных листов, усиленных стальной рамой с необходимыми опорами и так же футеруется гематитом для тепловой защиты (только в зоне защитного укрытия конвертера).

Верхний зонт располагается в зоне над конвертером. Он выполняется в виде сварной листовой конструкции и листа трапециевидальной формы с необходимыми опорами. Отбор аспирационного воздуха от верхних зонтов будет необходим только в случае чрезмерных выбросов во время загрузки, которые не могут быть уловлены зонтами на стороне загрузки.

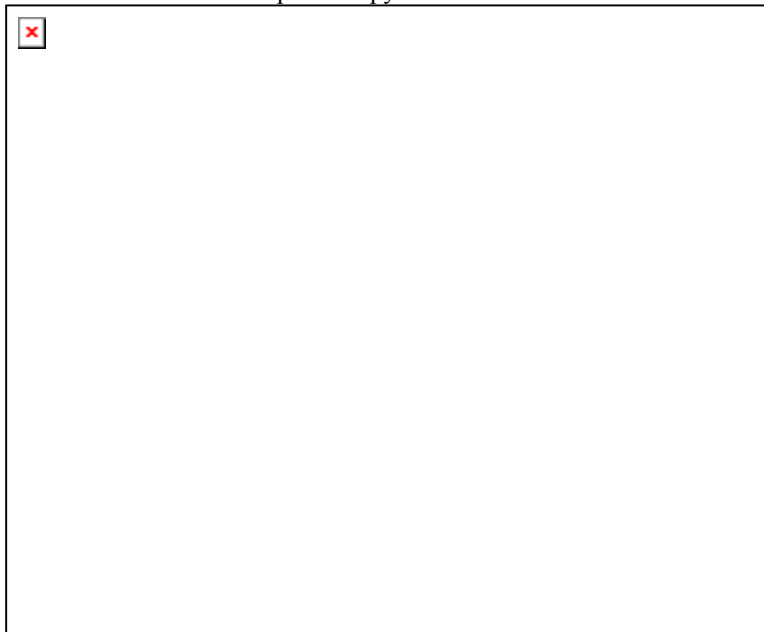


Рис. №3. Защитное укрытие со стороны выпуска.

Все отбираемые дымовые газы и аспирационный воздух объединяются по общему газоходу и транспортируются в искрогасительную камеру (искрогаситель).

Искрогаситель служит для отделения крупнодисперсной пыли и препятствования возможному проскоку искр в фильтр с импульсной очисткой, предотвращая, тем самым, выход из строя рукавов фильтра. Искрогаситель оснащён бункером для сбора крупнодисперсной пыли. Собранная крупнодисперсная пыль транспортируется пылетранспортом в систему пылеудаления.

После искрогасителя 1 млн м^3 запыленного воздуха с температурой не более 130°C поступает на фильтровальную станцию. Фильтровальная станция представляет собой двухрядный рукавный фильтр (суммарная поверхность фильтрования – ок. 18 000 м^2 , материал рукавов – полиэфир 550 $\text{г}/\text{м}^2$), являющийся основным газоочистным аппаратом. Рукавный фильтр с импульсной продувкой сжатым воздухом разделён на отдельные камеры. Каждая камера полностью отсекается от потока газа на период обслуживания.

Запылённый воздух из газохода неочищенного газа сначала поступает в размещённый под фильтром бункер пыли, а затем - в находящуюся наверху фильтровальную камеру, где происходит фильтрация и очистка. Пыль накапливается на наружной стороне рукавов, изготовленных из полиэфирного нетканого материала.

Регенерация рукавов фильтра производится автоматически обратной продувкой импульсами сжатого воздуха. Периодичность продувки регулируется электронной системой в зависимости от роста аэродинамического сопротивления рукавов.

Во время цикла обратной продувки рукавов пыль отряхивается с них и падает в пылесборный бункер соответствующей камеры. Из бункера пыль, при открытии соответствующего шиберного затвора, сыпается в систему пылетранспорта, посредством которой направляется в сборный силос пыли. В верхней части силоса пыли имеется узел верхнего фильтра для очистки воздуха, вытесняемого из силоса при загрузке. Узел состоит из рукавного фильтра и вентилятора, транспортирующего очищенный воздух в атмосферу. Уловленная в этом фильтре пыль сыпается обратно в силос. Из силоса пыль, предварительно увлажненная в смесителе пыли, перегружается в крытые железнодорожные вагоны и вывозится на утилизацию.

Ожидаемая остаточная запылённость воздуха составляет 20 $\text{мг}/\text{м}^3$. Ориентировочное количество пыли уловленной в рукавном фильтре составляет 129 $\text{кг}/\text{час}$.

Для обеспечения фильтра сжатым очищенным и осушенным воздухом предусмотрена станция сжатого воздуха (компрессорная) в составе трёх компрессоров и установки очистки и осушки сжатого воздуха.

Очищенный от пыли воздух двумя, работающими параллельно, вентиляторами через выбросную трубу диаметром 5,5 м высотой 60 м выбрасывается в атмосферу.

**Способы очистки отходящих газов, основанные на газодинамических эффектах,
не применявшихся ранее в производстве. (ООО НПП «Центр Альтернативных
Технологий», Россия)**

*Ченцов Андрей Владимирович, Директор
Белоглазов В.П., Корсаков В.А.
ООО НПП «Центр Альтернативных Технологий»*

Проблема очистки газовых выбросов с каждым годом становится острее. Рост количества и единичных мощностей предприятий, ухудшение качества технологического сырья приводит к тому, что с каждым годом все больше вредных компонентов, как пылевидных, так и газообразных выбрасывается в атмосферу. И если сегодня проблема очистки газа от пылевых частиц более или менее решается, то очистка от вредных газовых компонентов, за редким исключением, не решается вовсе.

Существующие методы уменьшения количества вредных газообразных выбросов чрезвычайно дороги. Сегодня за рубежом применяют два способа:

1. Подавление вредных газовых компонентов в стадии технологического процесса, например: управление процессом сжигания топлива. Это конструкторские, режимные изменения технологического процесса.

2. Удаление вредных газовых компонентов из общего потока после завершения основного технологического процесса, например: пропускание газа через катализатор, который связывает вредные компоненты.

Градиентная и инерционно-вакуумная сверхтонкая очистка газа осуществляется при состоянии газа, которое, до настоящего времени в достаточной степени не изучено и не описано в научной и технической литературе. Это состояние газа можно назвать «отрицательно-напряженным», другое более точное название - состояние газа при отрицательном градиенте давления. Или попросту газ, находящийся в «растянутом» состоянии.

На сегодняшний день известны три состояния газа:

1. Нормальное состояние ($P=0$); 2. Сжатое состояние ($P>0$); 3. Разреженное состояние ($P<0$).

Эти три состояния газа проиллюстрированы на рисунке 1.

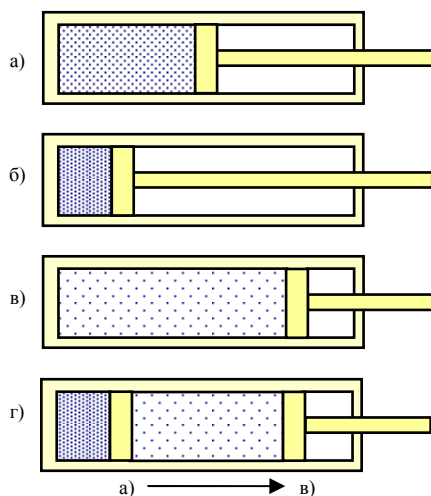


Рис. № 1. Три состояния газа и при отрицательном градиенте давления.

На рисунке 1:

- положению «а» поршня соответствует нормальное состояние газа ($P=0$);
- положению «б» - сжатое состояние газа ($P>0$);
- положению «в» - разреженное состояние газа ($P<0$).

Если теперь начать перемещать поршень из положения «а» в положение «в», то в момент его перемещения газ находится в состоянии, которое названо «отрицательно-напряженным». Чем выше скорость перемещения поршня, т.е. по существу величина $\left(-\frac{dP}{dt}\right)$, тем больше величина отрицательного градиента давления в газе (σ).

В этом состоянии газ обладает рядом особенностей, не укладывающихся в традиционную молекулярно-кинетическую теорию.

Эффекты, наблюдаемые при отрицательном градиенте давления газа:

1. Газовый поток, аксиально-находящийся при отрицательном градиенте давления, получая дополнительное ускорение за счёт конструктивных особенностей при сохранении своей ламинарной структуру преобразует собственную потенциальную энергию в закручивающее состояние.

2. Если две пересекающиеся струи находятся в «ОН состоянии» и транспортируют диспергированные частицы, то после пересечения струй частицы оказываются в той струе, скорость которой выше.

3. Если скоростная газовая струя граничит с неподвижным газовым объемом через узкую щель, то этот объем, обладая большим разрежением является «насосом» для взвешенных частиц.

Три описанные эффекта лежат в основе принципа действия градиентной и инерционно-вакуумной системы сверхтонкой очистки газа.

Градиентный способ очистки.

На рис. 2 приведен схематичный чертеж градиентного сепаратора. Газовый поток, представляющий собой смесь газов, подается во входной конфузор I, содержащий 2 равнопрофильных участка «а» и «б», где поток ускоряют. На участке «б» газовому потоку сообщают дополнительный импульс закручивания лопастным завихрителем 2.

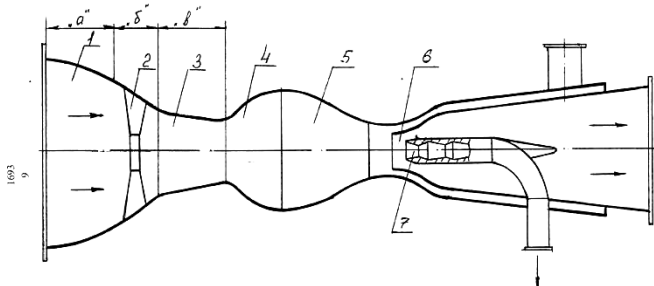


Рис. № 2. Схема Градиентного сепаратора.

В конфузоре I газовый поток ускоряют, закручивают, сохраняя ламинарную структуру потока. Ламинарное движение обеспечивают тем, что монотонно увеличивают тангенциальное и осевое ускорение за счет соблюдения в конфузоре I условий:

$$\text{На участке «а»: } \frac{dF_i}{dl_i} = \text{const}_1,$$

$$\text{На участке «б»: } \frac{dF_i}{dl_i} = \text{const}_2,$$

где F – площадь сечения канала; dF – приращение по площади; l – длина участка; dl – приращение по длине.

Указанные константы определяются экспериментально, в зависимости от свойств газового потока (температуры, вязкости, плотности).

Далее газовый поток попадает в конфузор 3, где ускорение продолжают при условии $\frac{dF_i}{dl_i} = \text{const}_3$. Третья константа определяется также экспериментально. Из конфузора 3 газовый поток поступает в закручивающее сопло 4, где ему сообщают новый импульс закручивания.

Геометрия сопла рассчитывается по формуле:

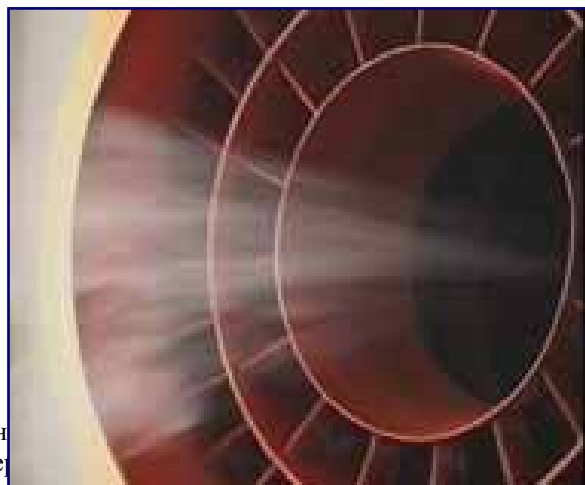
$$D_i = \sqrt{D_{i-1}^2 + \frac{\Delta l_i \cdot c_0 \cdot D_0^2}{\sqrt{(c_0^2 - 2a_0 l_i - l_i^2 \cdot k)^3}} \cdot (a_0 + k l_i)},$$

где D_i – диаметр i -го сечения сопла; Δl_i – разность расстояний между i -м сечением и $(i-1)$ -м;

c_0 – начальная скорость газа на входе в сопло; a_0 – ускорение потока на входе в сопло;

$k = \frac{a_0}{l}$ – удельное приращение ускорения на единицу длины сопла.

На выходе диффузора 4 газовый поток тормозят, что обусловлено геометрией закручивающего сопла. Осуществив первые 3 стадии ускорения потока, его закручивание с сохранением ламинарной структуры, поток подается в сепарационный канал известного устройства согласно авторскому свидетельству № 1637099, где поток продолжают ускорять в параболическом конфузоре 5, затем поток закручивают в сопле 6.



этой операции скорости и ускорения потока по сечению канала, что способствует предотвращению турбулизации. Газы, обладающие большой плотностью выводятся через периферийно-радиальный отсос.

«Утверждаю:»
Директор ТОО «НПО Градиенттех»
к.т.н. Агапов Ю.Е.

Приложение к Акту испытаний модели градиентного сепаратора в лаборатории ТОО «НПО Градиенттех»
30 марта 2004 г.

При проведении испытаний проводились замеры прибором MSI – ISO КОМПАКТ № KRSN – 0014 (дата проверки: 21. 07. 2003 г., годен до 21. 07. 04 г.) следующих параметров:

- Концентрация кислорода O_2 , в % объема;
- Концентрация двуокиси углерода CO_2 , в % объема;
- Концентрация окиси углерода CO , в $мл/л$;
- Концентрация окиси азота NO , в $мл/л$;
- Концентрация сернистого ангидрида SO_2 , в $мл/л$.

ОПЫТ 1

ГАЗ	Замеры на входе в градиентный сепаратор	Замеры на выходе из градиентного сепаратора	К.П.Д
O_2	20,8%	20,9%	
CO_2	0,2%	0,1%	
CO	249 $мл/л$	3 $мл/л$	98,8%
NO	80 $мл/л$	4 $мл/л$	95%
SO_2	4 001 $мл/л$	40 $мл/л$	99,0%

ОПЫТ 2

ГАЗ	Замеры на входе в градиентный сепаратор	Замеры на выходе из градиентного сепаратора	К.П.Д
O_2	20,8%	20,9%	
CO_2	0,2%	0,1%	
CO	35 $мл/л$	6 $мл/л$	85,71%
NO	105 $мл/л$	2 $мл/л$	98%
SO_2	3 996 $мл/л$	51 $мл/л$	98,56%

Директор ТОО «НПО Градиенттех» / Агапов Ю.Е.
Ген. Директор ЦНТИМ / Батыргалин А.Б.
Инженер ООС Соренской ТЭЦ / Юрская М.В.
Зам. Директора по науке ТОО «НПО Градиенттех» / Газрилов В.М.

«Утверждаю:»
Директор ТОО «НПО Градиенттех»
к.т.н. Агапов Ю.Е.

Приложение к Акту испытаний модели градиентного сепаратора в лаборатории ТОО «НПО Градиенттех»
17 мая 2004 г.

При проведении испытаний проводились замеры прибором «Дилекс» РНО 2MSI следующих параметров:

- Концентрация двуокиси углерода CO_2 , в % объема.

ГАЗ	Замеры на входе в градиентный сепаратор	% улавл	Замеры на выходе из градиентного сепаратора
CO_2	0,5%	80	0,1%

Директор ТОО «НПО Градиенттех» / Агапов Ю.Е.
Главный инженер / Неа В.Р.
Главный специалист отдела аналитического контроля ВКО обл. территории ООС «ВКОТУООС» / Шапошников В.Е.
Генеральный директор ПКФ «Урал-Феррум» / Колосов С.В.
ТОО «НПО Градиенттех» / Газрилов В.М.

Рис. № 6. Акты испытаний установок по сверхтонкой очистке газа.

Инерционно-вакуумная очистка.

В предлагаемой работе представлены результаты исследования степени улавливания золы экибастузского угля в инерционно-вакуумном пылеуловителе схема которого представлена на рис.4.

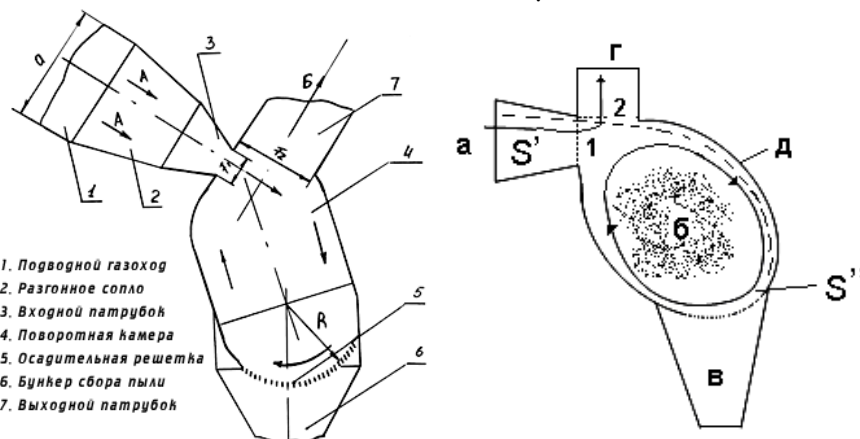


Рис. № 4. Схема модели инерционно-вакуумного пылеуловителя.

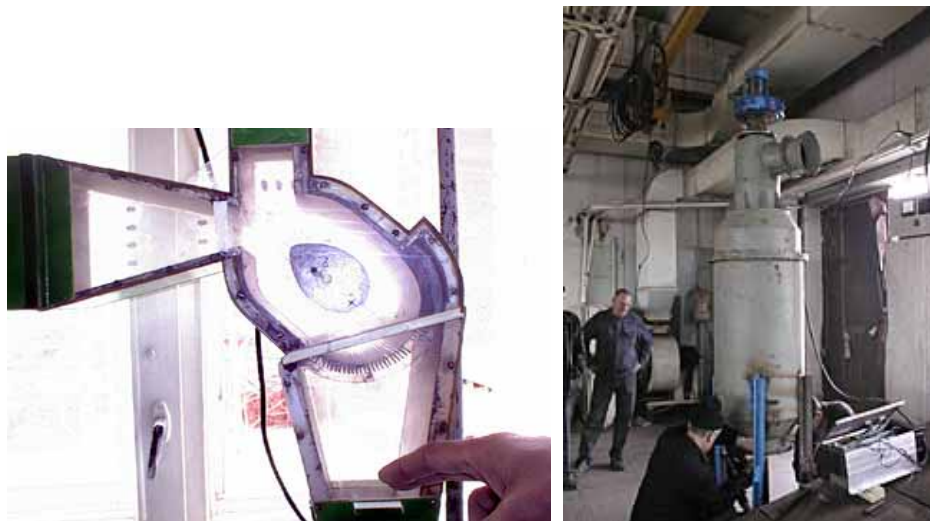


Рис. № 5. Фото лабораторной установки инерционно-вакуумного пылеуловителя.

Очищаемый газ подается в разгонное сопло (стрелка А на рис. 4). При выходе из разгонного сопла через входной патрубок в силу его сужения скорость потока частиц газа возрастает, на этом участке газ растягивается и переходит в отрицательно-напряженное состояние. Запыленный поток проходя через сечение (1) имеет скорость больше чем поток в сечении (2). Но большую скорость имеют и частицы в этом потоке, а, значит, и большую кинетическую энергию, которая позволяет им преодолеть сечение (2) по касательной и устремиться вдоль образующей д. Две струи газа, находящиеся в отрицательно-напряженном состоянии, пересекаются без взаимодействия, т.к. выходная струя пронизывает входную. Взвешенные частицы, несомые выходной струей, останутся во входной струе: взвеси из двух пересекающихся струй будут захвачены той, которая движется быстрее, в данном случае – это входная струя (второй эффект). Скорость входной струи больше, т.к. площадь выходного сечения разгонного сопла «F1» меньше сечения «F2» переходного патрубка (см. рис. 4).

Таким образом, частицы могут войти в канал, а выйти – нет.

При движении двухфазного газового потока по объему поворотной камеры он контактирует с осадительной решеткой (поз. 5 на рис. 4), за которой находится объем относительно неподвижного газа. Частицы из скоростного потока переходят в этот объем и осаждаются в бункере (третий эффект). Но осаждаются не все частицы. Часть их идет на выход из аппарата и здесь, попадая под влияние входной струи, вновь направляются в поворотную камеру системы. Возникает аэродинамическая ловушка – частицы имеют возможность попасть в поворотную камеру аппарата, но не могут выйти из нее и, в конце концов, полностью осаждаются в бункере.



Рис. № 6. Фото полупромышленной и промышленная установок инерционно-вакуумного пылеуловителя.

Для выходящего из поворотной камеры газа входная струя является фильтром, состоящим из слоев газа (слоев фильтрующего материала), по КПД не уступающим матерчатым фильтрам.

По мере движения скорость частиц и несущего их потока падает и в области сборной камеры где градиенты давления в сборной камере и в ловушке выравниваются, образуются условия выпадения частиц в саму камеру. Оставшиеся частицы (незначительная часть) попадают в аэродинамическую ловушку, накапливаются в ней и, за счет гравитационной силы, в конечном итоге проваливаются в сборную камеру б.

При этом расстояние $S' - S''$ определяет место выпадения частицы определенного размера.

Наблюдение выпадения частиц в сборную камеру подтверждает вышесказанное. Лишь незначительная часть (менее 2-3%) частиц увлекается потоком и переносит частицы обратно в аэродинамическую ловушку.

На базе модельной установки создана промышленная установка рис. 4 с производительностью 15000 м³/час и оснащенная измерительной аппаратурой фирмы Testo (testo-335), электронными весами марки Ohaus Corp (gv 313) с точность измерения до 0,1 грамма. Эксперимент проводился с целью определения влияния разряжения в аэродинамической ловушке, а также в бункере пыли, которые соединены через щели для провала пыли, на степень улавливания (кпд). Исследования проводились на золе экибастузского угля с дисперсностью частиц 5-100 мкм. Было проведено 45 испытаний, результаты которых были осреднены и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость КПД инерционно-вакуумной установки от разряжения.

Р, мбар	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
КПД	91	92	92,5	94	95	96	96,5	99

При дальнейшем увеличении разряжения происходит дополнительная турбулизация потока, что не позволяет увеличить КПД установки из-за пульсаций потока и, как следствие, дополнительного уноса золых частиц.

На последних опытах на лабораторной установке достигнут КПД 99,25 % и найдено условие, при котором поперечно-струйный аэрофильтр даст КПД 99,99%. Опыты велись на диспергированном графите марки ГЛ-1, это очень тонкий порошок, не улавливается ничем, кроме матерчатых фильтров.

В процессе реализации проекта планируется проведение дополнительных исследований на возможность более широкого применения данных эффектов и поиска новых конструктивных решений с целью повышения высоко технологического прикладного применения Установок в промышленности. Сегодня уже найдены такие конструктивные решения, которые позволяют очищать отходящие газы от взвешенных частиц с эффективностью до 99,99%. Область применения расширяется, начиная от машиностроительной (применение кондиционеров в автомобиле) до бытовых пылесосов и кондиционеров.

1. Жолондковский О. И., Внимание, воздух!, М.: Моск. рабочий, 1985. 159 с.

2. Белоглазов В.П., Оришевская Е.В., Разработка математической модели течения в проточной части поперечно-струйного отсекающей пыли. Материалы республиканской научно-практической конференции «Наука и образование в стратегии регионального развития», Павлодар, 1999 г.

3. Белоглазов В.П., Оришевская Е.В., Численное моделирование растянутого потока в проточной части аэрофильтра, Сб. Статей «Ученые записки ПГУ», Павлодар, 1999 г.

4. В. Н. Ужова, А. Ю. Вальдберга, Б. И. Мягкова и И. К. Решидова "Очистка промышленных газов от пыли" Москва, "Химия", 1981

Опыт эксплуатации инерционных пылеуловителей ПВ ВЗП. Вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками. (ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой», Россия)

*Азаров Валерий Николаевич, д.т.н., профессор, заслуженный эколог РФ
Лукиянсков Александр Станиславович, к.т.н., Старцев Юрий Александрович
ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой» (заочное участие)*

Инерционный вихревой пылеуловитель на встречных закрученных потоках является усовершенствованной конструкцией высокоэффективного циклона, имеющий разделенные потоки и работающий в струйном режиме (рис. № 1). Данные пылеуловители наряду с циклонами относятся к категории инерционной очистки газов.

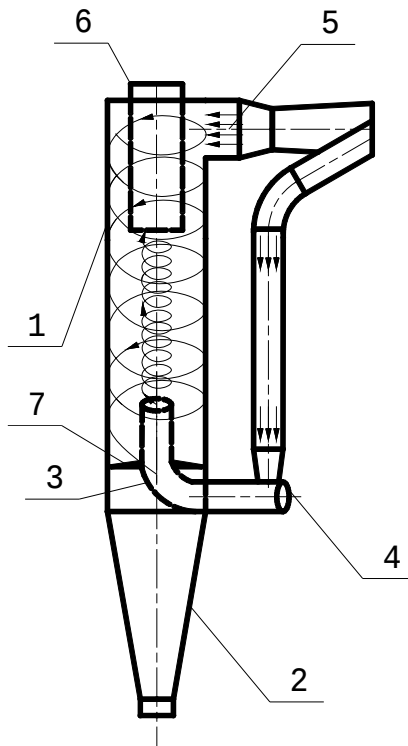


Рис. № 1. Вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками: 1 – корпус; 2 – пылесборник; 3 – осевой патрубок; 4 – завихритель; 5 – тангенциальный патрубок; 6 – вывод очищенного газа.

Запыленный газ поступает в аппарат по двум вводам одновременно: первичный поток по осевому патрубку в нижней части аппарата (3), снабженному завихрителем (4), вторичный поток – по патрубку, расположенному в верхней части аппарата (5), где находится также осевой вывод очищенного газа (6). Поступивший в пылеуловитель запыленный газ закручивается завихрителем, под действием центробежных сил частички пыли перемещаются к стенкам цилиндрического аппарата, где попадают в зону вращения вторичного закрученного потока. Взаимодействие потоков газа усиливает центробежные силы, действующие на частицы пыли, которая эффективно отбрасывается и, достигая стенки цилиндрического корпуса, направляется в нижнюю часть аппарата (пылесборник) под отбойную шайбу. Очищенный газ выводится через осевой коаксиальный вывод вверх аппарата. Вращение потоков внутри аппарата имеет одно направление. Аппарат имеет регулировочные устройства для регулирования соотношения расходов воздуха первичного и вторичного потоков.

Данные пылеуловители предназначены для улавливания средне и мелкодисперсной пыли в системах аспирации, пневмотранспорта, газотранспорта и пневмоуборки. Основное преимущество аппаратов ПВ ВЗП перед циклонами — большая эффективность улавливания твердых частиц, которая составляет 90-95%.

Кроме того, инерционные пылеуловители на встречных закрученных потоках (ПВ ВЗП) обладают следующими достоинствами:

- высокая степень улавливания частиц тонкодисперсной пыли;
- слабая чувствительность эффективности пылеулавливания к колебаниям нагрузки по газу, концентрации пыли в газе и подсосам воздуха в бункерную часть аппарата;
- меньшие потери давления в аппарате по сравнению со всеми видами циклонов при одинаковых нагрузках;
- возможность регулирования процесса пылеулавливания путем изменения соотношения расходов газа по каналам;
- меньшие габаритные размеры в плане, чем у циклонов равной производительности;
- эффективная работа в групповых установках.

Результаты экспериментальных исследований работы аппаратов ВЗП приведены на рис.№ 2 - зависимость эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП от относительной концентрации очищаемой пылевоздушной смеси.

Концентрация очищаемой пылевоздушной смеси оказывает влияние на эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП: при увеличении концентрации пыли повышается и эффективность работы ВЗП. Это можно объяснить увеличением столкновений пылевых частиц, в результате чего происходит некоторое их укрупнение.

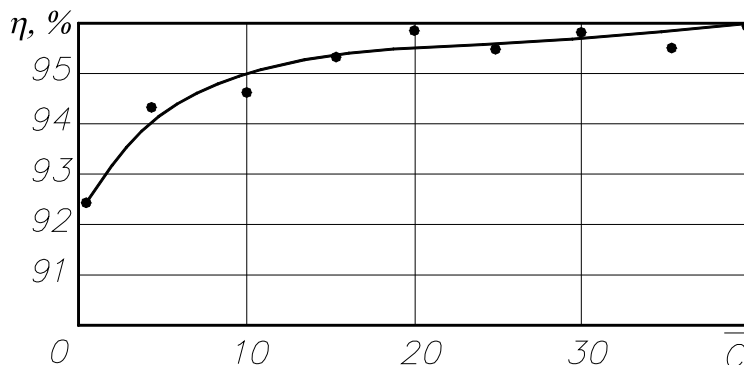


Рис. № 2. Зависимость эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП от относительной концентрации очищаемой пылевоздушной смеси.

Фракционная эффективность улавливания твердых частиц аппаратом ПВ ВЗП Показана на рис.№ 2.

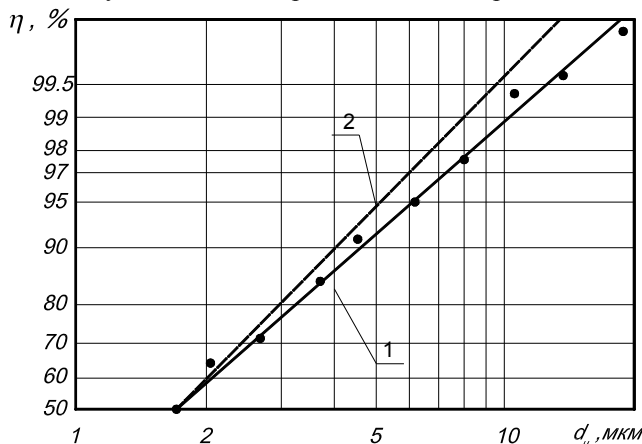


Рис. № 3. Фракционная эффективность аппарата ПВ ВЗП при улавливании частиц песка ($\rho = 2650 \text{ кг/м}^3$): 1 – экспериментальные данные; 2 - теоретический расчет.

Для сравнения эффективностей пылеулавливания ВЗП и циклонов на рис.№ 3 представлены зависимости эффективности пылеулавливания циклонов НИИОГАЗ и ПВ ВЗП от условной скорости потока в поперечном сечении аппарата. Зависимости потерь давления в циклонах и аппарате ВЗП от условной скорости потока в плане аппарата показаны на рис.№ 4.

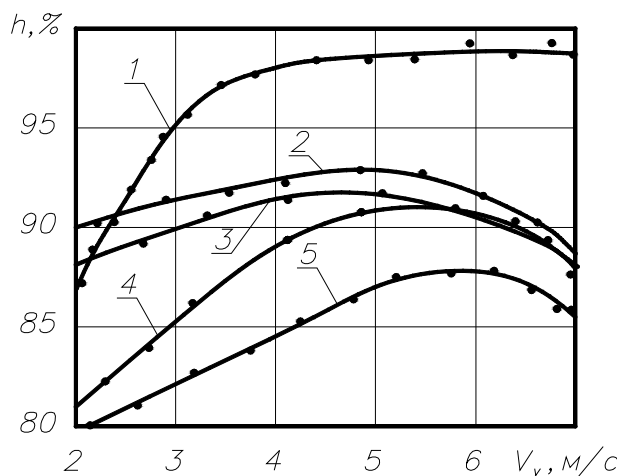


Рис. № 4. Зависимости эффективности пылеулавливания инерционных пылеуловителей от условной скорости потока в поперечном сечении аппарата: 1- ПВ ВЗП-400; 2 - СДК-ЦН-34; 3 - СДК-ЦН-33; 4 – ЦН-11; 5 – ЦН-15

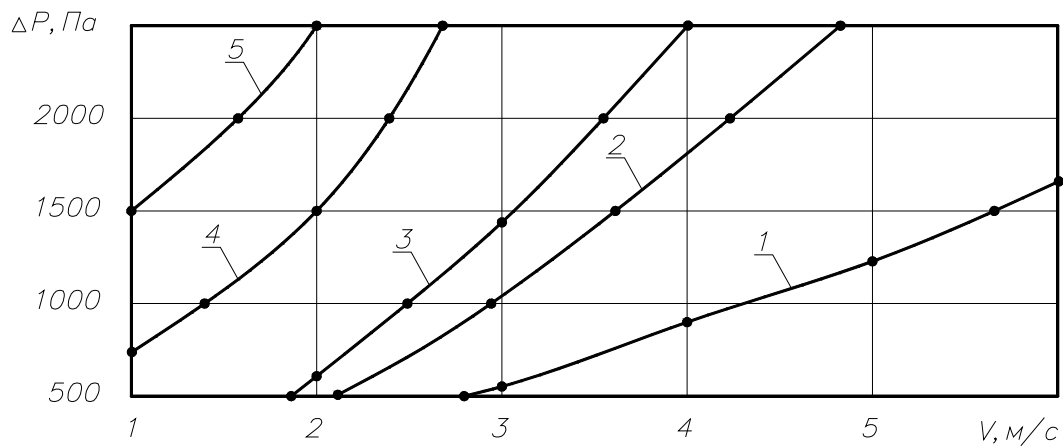


Рис. № 5. Зависимости потерь давления в пылеуловителях от условной скорости потока в плане аппарата: 1 – ПВ ВЗП; 2 – ЦН-15; 3 – ЦН-11; 4 – СДК-ЦН-33; 5 – СДК-ЦН-34.

На основе анализа рисунка 4 можно заключить, что повышение расхода воздуха через пылеуловитель и средней скорости по его сечению способствует увеличению эффективности улавливания пыли, поступающей как по верхнему, так и нижнему вводам. При этом у аппаратов ВЗП наиболее эффективный режим работы наблюдается при условной скорости потока в плане аппарата свыше 4,7 м/с. Уменьшать среднеосевую скорость менее 4,5 м/с не рекомендуется, так как при этом происходит существенное падение эффективности пылеулавливания. В отдельных случаях (при улавливании крупных частиц) можно уменьшить осевую скорость до значений менее 4 м/с, при этом потери давления, а, следовательно и энергозатраты, уменьшаются).

Анализируя данные рисунков 4 и 5 можно сделать вывод о том, что аппараты ПВ ВЗП являются низкоэнергоемкими по сравнению с циклонами. Большинство циклонов при условной скорости в сечении 4,7 м/с (оптимальной для ПВ ВЗП) имеют аэродинамическое сопротивление превышающее сопротивление ПВ ВЗП более чем в 2 раза. Кроме того, максимальная эффективность улавливания циклонов значительно ниже чем у ПВ ВЗП и составляет 93% и 98% соответственно. Аэродинамическое сопротивление при максимальной эффективности составило 1,1 кПа и 2,7 кПа для ПВ ВЗП и наиболее эффективного циклона (из представленных) соответственно.

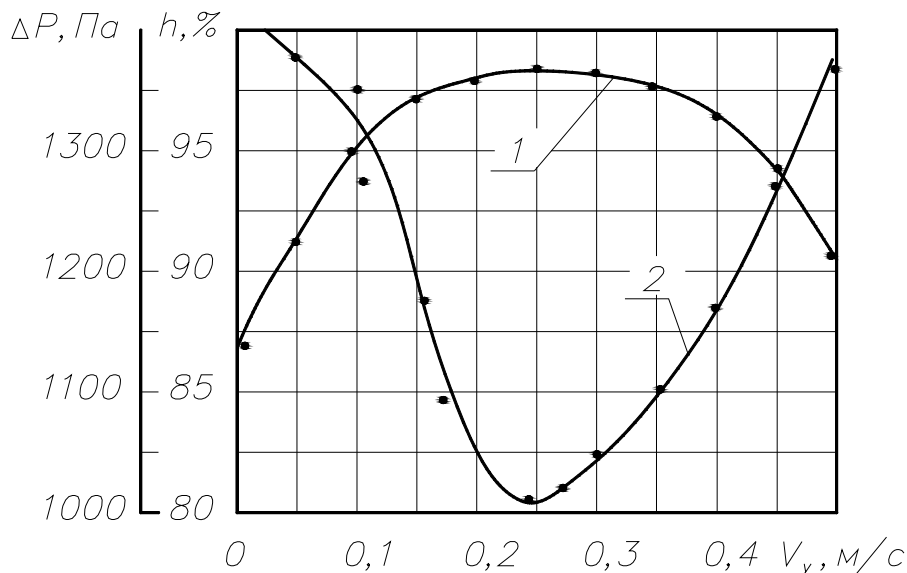


Рис. № 6. 1 - Зависимости эффективности улавливания аппарата ПВ ВЗП от соотношения расходов воздуха вторичного и первичного потоков; 2 - Зависимости потерь давления в аппарате ПВ ВЗП от соотношения расходов воздуха вторичного и первичного потоков.

Из данных рисунка 6 можно сделать вывод, что соотношение расходов весьма существенно влияет пылеулавливающую способность аппарата и на потери давления при очистке воздуха. При соотношении расходов воздуха, подаваемого в нижний ввод, к общему расходу очищаемого воздуха, равному 0,24, значения эффективности пылеулавливания в аппарате ВЗП достигают максимальных значений за счет роста эффективности улавливания пыли поступающей в аппарат с нижним потоком газа, входная скорость и крутка которого возрастают с повышением L_{II} . П.

этом потери давления в аппарате минимальны. Поэтому такой режим работы аппарата ВЗП можно считать оптимальным как с точки зрения аэродинамических характеристик, так и по эффективности пылеулавливания.

При установке ПВ ВЗП в стесненных условиях, для уделения из них воздуха, применяются раскручиватели потока воздуха. Раскручиватели являются более компактными по сравнению с отводами (рис.№ 7).

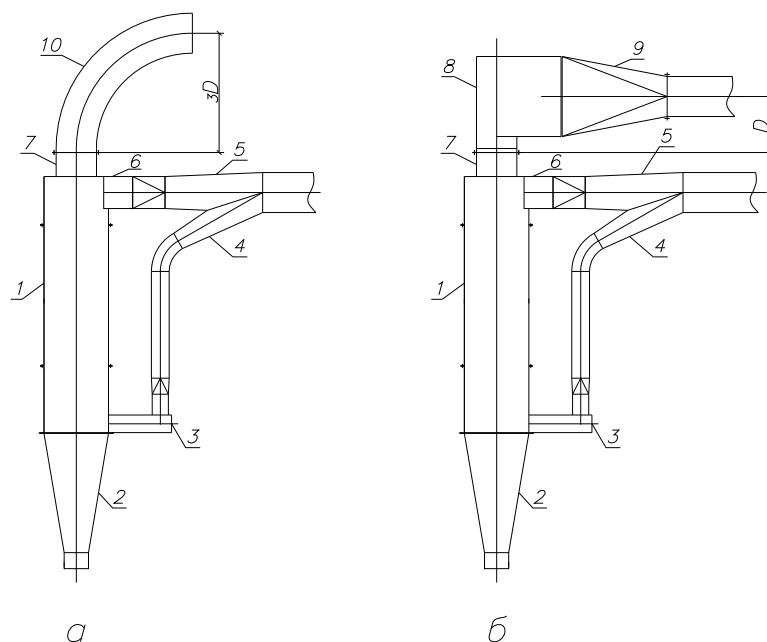


Рис. №7. Схемы ПВ ВЗП: а – с удалением очищенного воздуха через отвод; б – с удалением очищенного воздуха через раскручиватель: 1 – сепарационная камера; 2 – пылесборник; 3 – нижний закручиватель; 4 – воздуховод подвода запыленного газа в нижний закручиватель; 5 – воздуховод подвода запыленного газа в верхний закручиватель; 6 – верхний закручиватель; 7 – патрубок вывода очищенного газа; 8 – раскручиватель потока; 9 – патрубок вывода очищенного газа; 10 – отвод.

Экспериментальным путем (рис.№ 8) было установлено, что совместное применение раскручивателя потока очищенного газа и вихревого пылеуловителя ПВ ВЗП позволяет достичь меньших значений аэродинамического сопротивления установки, чем при использовании отвода. Это объясняется тем что, очищенный закрученный поток, «выпрямляется» в раскручивателе с меньшими потерями давления, вследствие обратной кривки.

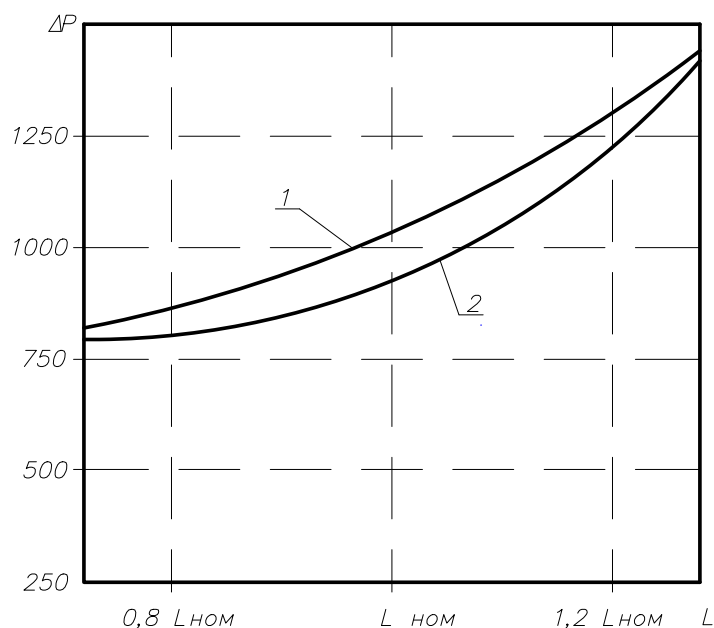


Рис. №8. Экспериментальные зависимости аэродинамического сопротивления установки ПВ ВЗП: 1 – при подключении к выводу очищенного газа отвода, 2 – при подключении к выводу очищенного газа раскручивателя.

На аэродинамическое сопротивление аппарата ПВ ВЗП с раскручивателем оказывает влияние большое количество факторов (например, ширина, высота выходного патрубка раскручивателя, длина сепарационной камеры аппарата ПВ ВЗП и т.д.) поэтому раскручиватель подбирается индивидуально для каждого типоразмера пылеуловителя.

В промышленных условиях важным фактором является стабильность работы пылеуловителей. Известно, что теоретические и практические значения эффективности центробежных аппаратов существенно отличаются друг от друга. Это происходит по ряду причин, определяющими из которых являются разные условия пылеулавливания в теории и практике. Например, в реальных производственных условиях практически всегда происходит подсос воздуха в бункерную часть аппарата, расход очищаемого воздуха варьируется в широком диапазоне, дисперсный состав пыли также меняется стохастически.

На рис. № 11 для сравнения представлены зависимости изменения эффективности улавливания твердых частиц циклонами и аппаратами ПВ ВЗП от доли подсоса воздуха через бункер.

Анализ рис. 11 позволяет сделать вывод о том, что падение эффективности пылеулавливания у аппаратов ПВ ВЗП при подсосе воздуха в бункерную часть происходит с меньшей интенсивностью, чем у циклонов, что является очень важным фактором для производственных условий.

Кроме того, аппараты ПВ ВЗП имеют возможность регулирования соотношения расходов воздуха, подаваемого на верхний и нижний ввод, что обеспечивает более высокую эффективность улавливания твердых частиц при различных газовых нагрузках на аппарат.

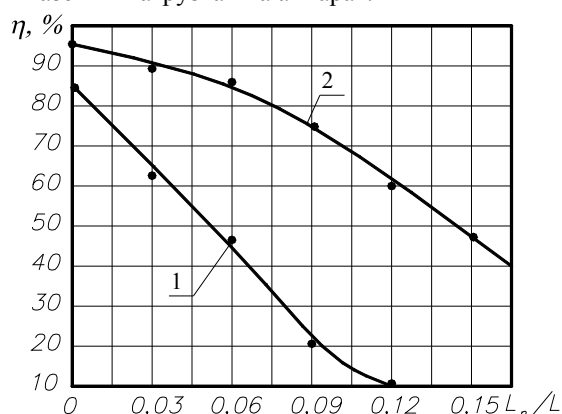


Рис. № 11. Зависимости эффективности пылеулавливания пылеуловителей от доли подсоса воздуха в бункерную часть: 1- циклон ЦН-11; 2 – аппарат ВЗП (аппараты установлены перед вентилятором).

Аппараты ПВ ВЗП успешно внедряются по всей территории Российской Федерации на протяжении уже более 14 лет. Аппараты применяются во многих отраслях промышленности, таких как производство строительных материалов (гипсовые и цементные заводы, заводы по производству силикатного кирпича и др.), металлургии, зерноперерабатывающих отраслях, на заводах техуглерода и во многих других отраслях, при этом показывая высокие показатели по пылеулавливанию.

Пылеуловители выпускаются «Л» - левого и «П» - правого исполнения, материального оформления «У» - углеродистая сталь и «К»- коррозионностойкая сталь. Климатическое исполнение пылеуловителя – У.

Категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69*. Аппараты ПВ ВЗП выпускаются 4-х типоразмеров ПВ ВЗП-400, ПВ ВЗП-600, ПВ ВЗП-800, ПВ ВЗП-1200, а также группы аппаратов на основе этих типоразмеров.

Таблица 1. Технические характеристики пылеуловителей ПВ ВЗП

Характеристика	ВЗП-400	ВЗП-600	ВЗП-800	ВЗП-1200
1. Производительность, (Н.У.), м³/ч	2200	4000	8000	16000
2. Сопротивление аппарата, кПа	0,7-1,1	0,7-1,1	0,7-1,1	0,7-1,1
3. Запылённость, г/м³, не более				
- на входе в нижний ввод	500	500	500	500
- на входе в верхний ввод	1000	1000	1000	1000
4. Температура на входе, С° не более	200	200	450	450
5. Масса аппарата, кг	295	490	685	1042
6. Габаритные размеры, мм				
диаметр	400	600	800	1200
высота	2600	3900	4700	7200
Ширина	350	500	610	850
7. Степень улавливания, %	91-96	91-96	92-96	90-95
8. Срок службы, лет	10	10	10	10

Примечание: масса аппарата указана при толщине стенки 3 мм.

**Состояние и пути решения проблем снижения выбросов ПАУ, включая бенз(а)пирен, и
высокотоксичных нитроПАУ в атмосферу
(ООО «Фотек-М», Россия)**

Кашиников Геннадий Николаевич, Генеральный директор, ООО «Фотек-М»

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), прежде всего тяжёлые ПАУ (например, бенз(а)пирен) относятся к классу наиболее токсичных соединений. ПДК для бенз(а)пирена в воздухе составляет 10^{-9} г/м³. Некоторые другие токсичные ПАУ (бенз(в)флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(к)флуорантен, бенз(d,h,i)перилен) имеют токсичность до 0.15 от Б(а)П. Дибензо(а,h)антрацен превышает по токсичности Б(а)П.

В России индикатором содержания ПАУ в выбросах промышленных предприятий является Б(а)П, тогда как в Европе и США выделено 6 индикаторных углеводородов (включая бенз(в)флуорантен и бенз(к)флуорантен) и контролируется 16 стандартных ПАУ. Ряд производных ПАУ - нитроПАУ, таких как 1,3/1,6/1,8 динитропирены, 2,5/2,7 динитрофлуорантены имеют мутагенность большую, чем Б(а)П. Эти соединения в настоящее время подробно исследованы в продуктах сгорания дизельных, бензиновых двигателей, однако существуют условия образования нитроПАУ и в горелках различного типа.

Наибольший вклад в выбросы ПАУ в атмосферу вносят алюминиевые заводы, коксохимические комбинаты, предприятия чёрной металлургии.

Очистка промвыбросов от ПАУ проводится, в основном, с использованием установок сухой газоочистки (электрофильтры, адсорбционные с улавливанием пыли с помощью рукавных фильтров, циклоны) и установок мокрой очистки газов. Для снижения содержания ПАУ в выбросах используется также их сжигание в горелочных устройствах и дожигание на катализаторах (например, на муллитокремнеземистом (МКЗМ) материале).

Существенным является то, что основная масса токсичных ПАУ и нитроПАУ адсорбирована на частицах пыли диаметром менее 1.0 мкм. Например, для выбросов электролизных цехов на частицах пыли диаметром менее 0.8 мкм находится 94.7% бенз(а)пирена и 87.5% смолистых веществ. Это же подтверждается исследованиями содержания нитроПАУ в городском воздухе нескольких европейских городов: например, 2- нитрофлуорантен содержится на мелкой фракции пыли (0.01 – 2.5 мкм). В другой работе определено, что такие нитроПАУ, как 1-нитропирен и 1,3-, 1,6- и 1,8 динитропирены в городском воздухе находятся исключительно на мелкой фракции пыли (≤ 1.1 мкм).

Мелкодисперсная пыль плохо улавливается в электрофильтрах, циклонах, мокрых скрубберах. Эффективность снижения содержания Б(а)П в выбросах электролизного производства с помощью электрофильтра составляет в среднем 65 %. Примерно такая же эффективность работы электрофильтров и в электродной промышленности. Кроме того в коронном разряде электрофильтра нарабатывается озон, который в реакции с ПАУ, в частности с Б(а)П, может давать соединения, более токсичные, чем исходные ПАУ (например, чрезвычайно мутагенный 4,5 - эпоксибензапирен).

Совсем или частично не улавливаются рассматриваемыми методами ПАУ и нитроПАУ с достаточно высоким давлением насыщенных паров, не адсорбирующиеся на пыли при температурах технологических процессов в установках очистки (как правило, 50-130⁰С), хотя при выходе в атмосферу и понижении температуры они могут перейти в адсорбированное состояние. Проблемой является и утилизация пыли, собираемой в указанных аппаратах, с большим содержанием токсичных ПАУ.

В аппаратах сухой газоочистки используются рукавные фильтры, которые позволяют улавливать мелкие фракции пыли, правда за счёт значительных энергозатрат на преодоление перепада давления (~ 2000 Па) на площадях фильтрующей поверхности (~ 900 м²), а следовательно при больших весогабаритах (20 т.). Их применение в системах очистки на алюминиевых заводах даёт высокие показатели по очистке выбросов от бенз(а)пирена при использовании в качестве адсорбента, вводимого в поток выбросов, глинозёма, который адсорбирует фтористого водорода и смолистые.

Однако, дальнейшее использование вторичного глинозёма в электролизном процессе приводит к существенному увеличению в пространстве электролизных корпусов и в фонарных выбросах концентрации паров плавиковой кислоты и росту содержания примесей в конечной алюминиевой продукции.

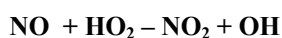
Недостатком такой схемы очистки является и невозможность улавливать токсичные газы (оксиды серы и азота) и летучие ПАУ и нитроПАУ при температурах работы технологического оборудования (70-130⁰С для электролизного производства).

Рассмотрим этот вопрос, сопоставив результаты улавливания Б(а)П и некоторых других токсичных ПАУ с применением мокрого и сухого методов очистки в электролизном производстве. Результаты исследования выбросов электролизёров с необожжёнными анодами и боковым токоподводом показали, что, применяя мокрую газоочистку, часть легких ПАУ (бенз(в)флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(к)флуорантен), имеющих высокую токсичность, подвергаются очистке с низкой эффективностью (степень очистки 35-70%). Это связано с относительно высоким давлением паров лёгких ПАУ ($2.8 \cdot 10^{-5}$ Па, $5 \cdot 10^{-5}$ Па, $5 \cdot 10^{-5}$ Па соответственно при температуре 25⁰С). Степень очистки от Б(а)П составляет 82%. Полная концентрация по

трём указанным компонентам для анодных выбросов после аппарата мокрой очистки составляет 1600 мкг/м³, а степень токсичности каждой компоненты составляет 0.14, 0.145 и 0.066 соответственно от токсичности Б(а)П.

С учётом коэффициента, учитывающего степень улавливания Б(а)П с помощью мокрой (82%) и сухой (95%) газоочистки, концентрация бенз(а)пиренового эквивалента для трёх указанных газов на выходе установки сухой газоочистки с введением в газовый поток глинозёма составит ~ 160 мкг/м³, что значительно выше концентрации Б(а)П на выходе установки очистки по паспортным данным.

Горелки, которые устанавливаются на электролизёрах для сжигания окиси углерода (с добавками СН₄ и Н₂ из технологического цикла) и ПАУ потенциально являются источником образования нитроПАУ. Известно, что нитроПАУ присутствуют в выбросах цехов обжигового передела электродных заводов, в выбросах коксохимических комбинатов. Если говорить о наиболее токсичных нитроПАУ 1,3/1,6/1,8 динитропирены, 3,7/3,9 динитрофлуорантены, которые по мутагенности превосходят Б(а)П, они хорошо изучены в выбросах двигателей внутреннего сгорания (бензиновых, дизельных), причём концентрации именно этих нитроПАУ слабо зависят от вида топлива, а следовательно от температуры сгорания. Существенным является концентрация компонентов: пирена и оксидов азота в зоне горения, а затем в зоне охлаждения продуктов горения (где температура ниже 1000⁰С) и скорость снижения температуры в тракте отвода газов. Основной реакцией нитрования ПАУ является реакция образования ОН радикала по схеме:



Долгоживущий HO₂ радикал ($2 \cdot 10^{-2} - 10^{-4}$ с) является основным окислителем радикала NO, который, в свою очередь, эффективно нарабатывается при температурах ~1000⁰С из азотсодержащих примесей топлива, анодной массы и сырья или в так называемых «быстрых реакциях». На выходе горелочного устройства для сжигания анодных газов концентрация NO_x составляет ~ 30 мкг/м³. ОН радикалы вступают в реакцию с молекулой ПАУ и затем замещаются молекулами NO₂ с образованием нитроПАУ. Такой механизм объясняет образование различных нитроПАУ в отводящих трактах агрегатов как при высокотемпературных процессах сжигания топлива (двигателях внутреннего сгорания) так и при относительно низкотемпературных процессах в горелках для сжигания анодных газов.

Поскольку концентрация пирена после горелок для сжигания анодных газов, установленных на электролизёрах, составляет 6-8 мг/м³ (в сто – двести раз больше чем в выбросах дизельного двигателя) то и концентрация 1,3/1,6/1,8 - динитропиренов может составлять десятки (до ста) мкг/м³. При этом мутагенность рассматриваемых динитропиренов в 2 - 7 раз превышает это значение для Б(а)П.

Давление насыщенных паров динитропиренов выше по сравнению с 1 - нитропиреном ($4.4 \cdot 10^{-6}$ Па) и гораздо выше по сравнению с Б(а)П ($7 \cdot 10^{-7}$ Па) при 25⁰С. Поэтому при температурах 70-130⁰С в рабочей области рукавного фильтра установки сухой газоочистки динитропирены будут находиться в газовой фазе и могут не улавливаться рукавным фильтром.

Флуорантен, концентрация которого в анодных газах так же составляет 6-8 мг/м³, также может давать значительные количества 3,7/3,9 - динитрофлуорантенов, каждый из которых превышает по мутагенности Б(а)П. Однако данные о давлении насыщенных паров для этих веществ пока отсутствуют.

Таким образом, полная токсичность выбросов от электролизёров Содерберга с боковым токоподводом и сжиганием анодных газов в горелочном устройстве, «проскочивших» установку сухой очистки, складывается из:

1. Токсичности смеси лёгких ПАУ (бенз(в)флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(к)флуорантен) имеющая бенз(а)пиреновый эквивалент 160 мкг/м³. что значительно выше концентрации Б(а)П на выходе установки очистки. (~85 мкг/м³). Бензо(в)флуорантен и бензо(к)флуорантен в Европе приняты, как индикаторы углеводородов.

2. Мутагенности нитроПАУ (1,3/1,6/1,8 динитропиренов), которая эквивалентна мутагенности выбросов с содержанием бенз(а)пирена до 500 мкг/ м³ (оценка).

В работе (сборник докладов конференции «Пылегазоочистка- 2008» стр. 63) представлен новый метод фотолитической очистки газовых промвыбросов от Б(а)П и других ПАУ с применением излучения ламп видимого и ближнего УФ (не короче 350 нм.) диапазонов спектра.

Этот метод позволяет уничтожать ПАУ, адсорбированные на пыли любой фракции, а также газообразные лёгкие ПАУ и токсичные нитроПАУ, значительную часть смолистых.

При испытании установок фотолитической очистки в условиях различных промышленных предприятий, в выбросах которых содержатся ПАУ, было показано, что использование коротковолнового излучения (длина волны меньше 350 нм) неэффективно.

Под действием рабочего излучения установки фотолитической газоочистки уничтожаются помимо Б(А)П ряд других ПАУ, что видно из таблицы 1, где приведены результаты испытаний макета установки очистки газопоршневого теплоагрегата работающего на природном газе, выполненных на стенде ВНИИГАЗа.

Таблица 1.

Содержание полициклических ароматических углеводородов в пробах отходящих газов газопоршневого теплоагрегата.

ПАУ	Концентрация ПАУ в пробе мкг/м ³				Снижение содержания ПАУ, %
	Проба 4		проба 5		среднее значение
	1	2	1	2	
Флуорен	738	84,62	>2000	н.и.	Больше 90
Бифенил	594	78,58	>2000	37,48	Больше 90
Пирен	1,08	0,164	1,05	0,119	86
Антрацен	1,8	н.и.	7,33	н.и.	Больше 90
Бенз[а]пирен	0,355	0,144	1,785	0,109	60
Бенз[б]флуорантен	7,3	11,487	44	н.и.	Больше 70
Дибенз[а,h]антрацен	0,03	н.и.	105,6	8,11	Больше 90
Дибенз[а,l]пирен	н.и.	н.и.	68,84	6,61	90

н.и. – не идентифицировано, 1 - до установки очистки, 2 - после установки очистки.

В настоящее время три установки, смонтированные после мокрых скрубберов, эксплуатируются на Волгоградском алюминиевом заводе в течение 1-3 лет (параметры установок приведены в сборнике докладов конференции «Пылегазоочистка- 2008» стр. 63). При обработке отходящих газов излучением видимого и ближнего УФ - диапазонов происходит многостадийное окисление молекул ПАУ синглетным кислородом, образующимся при фотовозбуждении электронных состояний ПАУ, причём подвергаются полному окислению и продукты первичного окисления ПАУ - хиноны, что было экспериментально показано на промышленно эксплуатируемой установке.

В январе 2007 года нашей организацией на газоходах Надвоицкого алюминиевого завода смонтировано, запущено и в настоящее время эксплуатируется две пятимодульные установки фотолитической очистки выбросов электролизных цехов от Б(а)П. Срок их промышленной эксплуатации превышает два года. На рис.1 приведен внешний вид установки. На газоходе диаметром 4 м смонтировано 5 рабочих камер с излучателями, заглублёнными в газоход, каждая из которых имеет схему охлаждения в виде замкнутой циркуляции воздуха через воздушный радиатор и схему обдува выводного окна излучателя, помещённого в рабочую камеру, для защиты окна от загрязнений.



Рис.1 Внешний вид пятимодульной установки очистки.

Технические параметры установки:

1. Производительность газохода..... $450 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$
 2. Мощность электропитания..... 15 кВт/ч
 3. Удельный расход электроэнергии на уничтожение бенз(а)пирена
(при этом уничтожается ряд других ПАУ..... $0,4 \text{ кВтч/1гр Б(а)П}$)
- Степень снижения концентрации Б(а)П в выбросах определяется числом модулей, устанавливаемых на газоход и расходом Б(а)П в выбросах.

Регламентное обслуживание:

1. Замена лампы излучателя 1 раз в 4 -5 месяцев.
2. Очистка выводного окна..... 1 раз в 0.5-2 месяца.

Предложения по внедрению.

Установки газоочистки от Б(а)П и других ПАУ работают на открытых площадках под навесом и их внедрение не требует капитальных затрат, а стоимость уничтожения Б(а)П определяется в основном энергозатратами при эксплуатации.

Энергозатраты на эксплуатацию пятимодульной установки в год 131400 кВтч .

Установка уничтожает за год Б(а)П..... $\sim 300 \text{ кг}$.

При этом уничтожается ряд других ПАУ, включая лёгкие ПАУ, нитроПАУ.

Имеется Разрешение Ростехнадзора на применение в металлургии и коксохимии № РРС 00 – 23736.

Установка очистки рекомендуется для снижения содержания Б(а)П в выбросах следующих производств:

Заводы по производству первичного алюминия:

После мокрых скрубберов. После горелок для сжигания анодных газов. Цех обжига анодов (анодной массы).

Коксо-химическое производство:

Кубы реакторы пекоподготовительного отделения. Установка разлива смолы в смолоперегонных цехах.

Стояки коксовых и пекококсовых печей коксохимических заводов.

Электродные заводы:

Очистка выбросов цехов обжига изделий.

Комбинаты чёрной металлургии:

Участок термической обработки смолодоломитовых огнеупоров. Участок подготовки изложниц.

Нефтеперерабатывающие и нефтехимические комбинаты:

Установка замедленного коксования. Окислительные колонны производства битумов.

Заключение

Метод фотолитической очистки испытан в различных технологических циклах, имеющих в выбросах значительное содержание ПАУ (электролизные цеха алюминиевых заводов, цех обжигового передела электродного завода, генератор с газопоршневым теплоагрегатом на 100 кВт)

В настоящее время на двух алюминиевых заводах находятся в промышленной эксплуатации пять установок очистки (всего 19 модулей) и четыре из них работают более двух лет.

Фотолитическая газоочистка имеет следующие преимущества:

1. Самый дешёвый метод снижения содержания Б(а)П в промышленных выбросах:
 - удельный расход электроэнергии на уничтожение бенз(а)пирена)..... до $0,1 \text{ кВтч/1гр Б(а)П}$
 - стоимость текущих затрат, включая электроэнергию, на уничтожение 1 кг Б(а)П $\sim 300-600 \text{ руб}$.
2. Технология очистки безотходная и безреагентная.
3. Метод имеет высокую эффективность по снижению концентраций (на 60-90%) ряда ПАУ в промвыбросах, включая лёгкие и тяжёлые компоненты. Одновременно проводился контроль восьми ПАУ.
4. Фотолитическая газоочистка позволяет сокращать выбросы токсичных ПАУ, находящихся как в газовой фазе так и адсорбированных на пыли любого фракционного состава. Это выгодно отличает данный метод от методов сухой газоочистки после электролизных цехов, допускающих «проскоки» токсичных фракций ПАУ (бензо(в)флуорантен, бенз(а)антрацен, бензо(к)флуорантен) с бенз(а)пиреновым эквивалентом $\sim 160 \text{ мкг/м}^3$ (концентрация Б(а)П на выходе 85 мкг/м^3), что в три раза увеличивает токсичность выбросов после установки сухой газоочистки. Бензо(в)флуорантен и бензо(к)флуорантен в Европе приняты, как индикаторы углеводородов. Есть технические условия образования при сжигании анодных газов больших концентраций 1,3/1,6/1,8 динитропиренов, которые по мутагенности в 3-7 раз выше Б(а)П и имеют достаточно высокое парциальное давление.
5. Аппаратура газоочистки не вносит сопротивление в газоход, вес одного модуля составляет 90 кг .
6. Установка может работать в условиях сухих и мокрых газоходов, при любой кислотности выбросов, при температурах до 150°C .
7. Установка эксплуатируется в условиях открытой атмосферы, внедрение требует малых капитальных затрат, срок её окупаемости – не более 8 месяцев.

Наша организация (E-mail: photec@mail.ru, тел. (495) 453-50-65) проводит разработку технических проектов по размещению установок очистки в привязке к заводским условиям, поставку оборудования, проведение монтажных и пусконаладочных работ и гарантийное обслуживание.



**Инновационные технологии
для реконструкции и
модернизации предприятий:**

- модернизация основного технологического оборудования ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС и других предприятий энергетики;
- повышение ресурса и эффективности энергетического оборудования;
- ИТ и АСУТП;
- современные расходомеры, газоанализаторы и пылемеры;
- эффективное вспомогательное оборудование;
- вентиляторы, насосы, компрессоры, арматура.

**Экологический инжиниринг.
Газоочистка и водоочистка,
переработка отходов:**

- экология предприятий энергетики;
- пылеулавливание - современные российские и зарубежные электрофильтры;
- комплексная реконструкция установок газоочистки;
- очистка газов от диоксида серы и окислов азота;
- современные технологии водоподготовки;
- новейшие решения для водоочистки;
- утилизация золошлаковых отходов.

**Вопросы промышленной
безопасности.
Антикоррозионная защита:**

- ◆ экспертиза промышленной безопасности;
- ◆ технологии и материалы антикоррозионной защиты;
- ◆ лучшие образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии;
- ◆ усиление и восстановление зданий и оборудования;
- ◆ апробированные решения, направленные на повышение надежности и безопасности эксплуатации оборудования тепловых электростанций;
- ◆ системы предупреждения пожаров и пожаротушения.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru



**Инновационные технологии
реконструкции предприятий
металлургии:**

- новые тенденции и стратегии металлургии;
- повышение эффективности производств;
- модернизация предприятий черной и цветной металлургии и машиностроения;
- технологии и решения для оптимизации расходов;
- IT и АСУТП, приборы мониторинга и контроля;
- эффективное вспомогательное оборудование;
- вентиляторы, насосы, компрессоры, арматура.

**Экологический инжиниринг.
Газоочистка и водоочистка,
переработка отходов:**

- экология предприятий металлургической отрасли;
- газоочистка различных переделов предприятий черной и цветной металлургии;
- пылеулавливание; современные электрофильтры и рукавные фильтры;
- очистка газов от диоксида серы, сероводорода и окислов азота;
- водоподготовка и водоочистка;
- новейшие решения для водоочистки;
- переработка отходов.

**Вопросы промышленной
безопасности.
Антикоррозионная защита:**

- ◆ экспертиза промышленной безопасности;
- ◆ технологии и материалы антикоррозионной защиты;
- ◆ лучшие образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии;
- ◆ усиление и восстановление зданий и оборудования;
- ◆ оборудование и решения для предупреждения аварий;
- ◆ предупреждение пожаров, новейшие технологии пожаротушения;
- ◆ системы химической защиты.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Раздел №2 Отечественные и зарубежные фильтровальные материалы для систем очистки газов, аспирации, вентиляции и кондиционирования.

Современные высокотемпературные тканые материалы для пылегазоочистки. (Porchet industries , Франция)

*Бурков Виктор Валерьевич, Глава представительства,
Представительство АО Порше Индустри*

1. Краткая презентация Порше Индустри.
2. Краткая презентация направления высокотемпературной фильтрации.

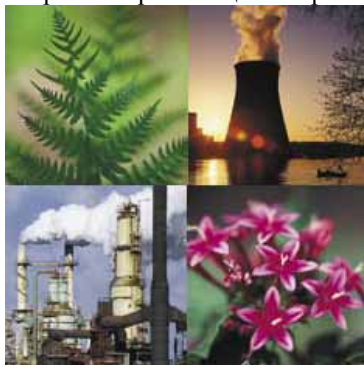


Рис.№1

3. Основные системы пылегазоочистки:
 - Рукавные фильтры:
 - из тканых материалов
 - из нетканых материалов (иглопробивные)
 - ESP электростатические фильтры
 - Пылеуловители (scrubbers):
 - мокрые
 - сухие



Рис.№2. Рукава

4. Отрасли промышленности, использующие материалы Порше Индустри (BGF):
 - Нефтеперерабатывающие заводы
 - Электростанции
 - Электростанции и котельные
 - Производство асфальта
 - Производство технического углерода
 - Производство цемента
 - Металлургия
 - Мусоросжигательные заводы
5. Типы рукавных фильтров:
 - с обратной продувкой
 - с прямой продувкой



Рис.№3. с обратной продувкой



Рис.№ 4 с прямой продувкой

6. Особенности фильтрации с обратной продувкой

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009»**

7. Материалы BGF для фильтров с обратной продувкой

Таблица №1

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 427				Артикул 457				Артикул 421		
Нить основы	Текс	ЕС 6 66 текс				ЕС 6 33 текс				ЕС 6 66 текс		
Нить утка	Текс	ЕТ 6 99 текс + ЕС 6 33 текс Текстурированное				ЕТ 6 33 текс х 4 Текстурированное				ЕС 6 66 текс		
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	21 x 12				21 x 12				21 x 20		
Тип переплетения		1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа				4 Сатин из скрученных нитей		
Пропитка\Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625	580	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7	0,9	8,0	2,2
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	13-25	20-33	18-31	18-31	13-25	20-33	18-31	18-31	2-8	2-8	2-8
Предел прочности при растяжении:												
По основе	Н/см	394	420	505	505	390	420	505	505	420	435	505
По утку	Н/см	225	225	280	280	225	225	280	280	385	400	470
Испытание на разрыв давлением по Муллену	кПа	3100	3445	3445	3445	3100	3445	3445	3445	3960	3960	3960
Плотность	Грамм на м ²	315-356	295-336	319-359	302-339	322-363	302-343	322-363	312-349	261-295	298-336	281-315

Таблица №2

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 454				Артикул 484				Артикул 426	
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс				ЕС 6 66 текс х2				ЕС 6 66 текс	
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс х3				ЕТ 6 66 текс х 3				ЕС 6 66 текс	
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	17 x 9				17 x 9				21 x 20	
Тип переплетения		1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа	
Пропитка\Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625	580	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7	0,9	2,2
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	13-25	20-33	13-25	18-31	13-25	20-33	13-25	18-31	18-31	15-28
Предел прочности при растяжении:											
По основе	Н/см	785	785	875	875	785	785	875	875	420	505
По утку	Н/см	350	350	435	435	350	350	435	435	385	470
Испытание на разрыв давлением по Муллену	кПа	3445	4135	4135	4135	3445	4135	4135	4135	3445	3445
Плотность	Грамм на м ²	454-508	427-478	464-519	437-488	454-508	427-478	464-519	437-488	261-295	281-315

Таблица №3

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 456				Артикул 486			
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс				ЕС 6 66 текс х2			
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс х4				ЕТ 6 66 текс х 4			
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	17 x 9				17 x 9			
Тип переплетения		2 x 2 Ломаная Саржа				2 x 2 Ломаная Саржа			
Пропитка\Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	10-23	13-25	13-25	13-25	15-28	20-33	18-31	18-31
Предел прочности при растяжении:									
По основе	Н/см	785	785	875	875	785	785	875	875
По утку	Н/см	390	435	470	480	390	435	470	480
Испытание на разрыв давлением по Муллену	кПа	3790	4305	4305	4305	3790	4305	4305	4305
Плотность	Грамм на м ²	498-556	468-522	508-569	478-536	498-556	468-522	508-569	478-536

8. Особенности фильтрации с прямой продувкой

9. Материалы BGF для фильтров с прямой продувкой

Таблица №4

Технические характеристики материалов для фильтров с прямой продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 448			Артикул 477		
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс и ЕТ 6 134 текс			ЕС 6 66 текс x2		
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс x3			ЕТ 6 66 текс x 4		
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	19 x 12			19 x 16		
Тип переплетения		Двухсторонний стяжной сатин			Сатин со сдвоенной нитью		
Пропитка\Покрытие		373	615	625	373	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	9,0	3,7	7,0	9,0	3,7
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25
Предел прочности при растяжении:							
По основе	Н/см	480	525	525	785	875	875
По утку	Н/см	350	435	435	525	610	610
Испытание на разрыв давлением по Муллину	кПа	3445	4135	4135	6205	6205	6205
Плотность	Грамм на м ²	542-607	549-613	522-583	695-783	756-830	674-807

10. Преимущества стеклотканых материалов в фильтрации

- высокая температуростойкость

Максимальная рабочая температура 290°C при длительной эксплуатации

- высокая прочность

- обеспечение стабильности геометрических размеров рукавов

- низкая стоимость

Таблица №5

Сравнительные характеристики основных типов фильтрационных материалов

Материал ткани	Оценочные значения		Коэффициент абсорбции, %	Устойчивость к действию кислот	Устойчивость к действию щелочей	Устойчивость к сгибанию	Устойчивость к абразивному воздействию
	Температура распада, °С	Максимальная рабочая температура, °С					
Минеральные							
Стеклотканые материалы Porcher	Плавится при 800	288	0,-	От средней до высокой	От средней до высокой	Хорошая (зависит от пропитки)	Очень высокая
Натуральные							
Хлопок	Разрушается при 150	82	7	средняя	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая
Шерсть	Обугливается При 300	93	16	Очень высокая	средняя	высокая	От средней до высокой
Синтетические							
Нейлон (полиамид)	Плавится при 249	93	3,8	От средней до высокой	отличная	отличная	отличная
Номекс (полиарамид)	Обугливается при 371	204	4,9	Выше,чем у нейлона, но ниже ,чем у тергал или крилор	ниже,чем у нейлона, но выше ,чем у тергал или крилор	высокая	высокая
Crylor (полиакрилонитрил)	Размягчается При 250	127	1,5	от высокой до очень высокой (к действию минеральных кислот)	От средней до высокой для слабых щелочей	высокая	высокая
Dynel (сополимер полиакрилонитрила и винилхлорида)	Размягчается При 163	71	0,4	Очень высокая	Очень высокая	От средней до высокой	высокая
Tergal (полиэтилентерефталат)	Плавится при 250	135	0,4	Высокая (для большинства минеральных кислот)	Высокая для слабых щелочей, средняя -для сильных	высокая	высокая
Полиэтилен	Плавится при 115	71	0,01	Очень высокая	Очень высокая	высокая	высокая
Полипропилен	Плавится при 168	93	0,-	отличная	отличная	отличная	Очень высокая
Тефлон	Распадается при 399	260	0,-	Инертен (кроме действия фтора)	От средней до высокой	средняя	Очень высокая

11. Необходимость и назначение защитных пропиток

12. Основные типы пропиток, их характеристики и назначение.

Фильтрующий нетканый материал с водоотталкивающими свойствами для газоочистных систем. (ОАО НИИ Нетканых материалов, МГТУ им. А.Н. Косыгина Россия)

*Егунова Светлана Анатольевна, Научный сотрудник
ОАО НИИ Нетканых материалов,
В.М. Горчакова, МГТУ им. А.Н. Косыгина*

Процесс удаления дисперсной пыли из технологических высокотемпературных ($200\div 220^{\circ}\text{C}$) газов на фильтровальных установках рукавного типа ФРКИ, ФРИ, ФРИР, предполагает многократное использование входящих в их оснастку текстильных элементов, изготовленных из иглопробивного нетканого материала. Для этого необходимо поддержание требуемого уровня фильтрующих характеристик последнего путем периодической регенерации его структуры (удаления осажденных частиц загрязнителя). При этом предполагается, что в процессе фильтрации на иглопробивной фильтрующий материал (ИФМ) не оказывается ни каких повреждающих механических или химических воздействий.

Однако, при возникновении экстремальных ситуаций, например, появления влаги на ИФМ в результате разницы температур пылегазового потока и самого фильтрующего элемента (выпадение «точки росы»), выполнение вышеуказанных условий не всегда возможно. Взаимодействие влаги с задержанной гигроскопичной пылью приводит к их слипанию и цементации на поверхности ИФМ. Результат – цементация фильтрующего элемента с невозможностью его регенерации и последующего использования. Содержащиеся в пылегазовом потоке парообразные химически агрессивные вещества, например, туманы серной кислоты, при наличии влаги конденсируются, переходя в жидкое состояние, и разрушают ИФМ. Фильтрующий элемент подлежит замене.

Таким образом, для предотвращения преждевременного выхода из строя фильтрующего элемента необходимо придание водоотталкивающих свойств структуре ИФМ при сохранении требуемых фильтрующих характеристик.

Необходимые водоотталкивающие свойства (рис.1) обеспечивались пропитывающей композицией на основе фторорганических соединений (ФОС). Фиксация ФОС происходит на поверхности каждого отдельного волокна, образуя защитную пленку толщиной $10\div 300\text{\AA}$. Такое ее распределение в структуре ИФМ обеспечивает необходимое водоотталкивание без изменения внешнего вида материала (рис.2) и ухудшения его фильтрующих свойств (таблица 1). Водоотталкивающая способность ИФМ оценивалась его капиллярностью (таблица 1).

Таблица 1.

Свойства полотна Вид полотна	Воздухо- проницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$	Номинальная тонкость отсева, мкм	Капиллярность, мм	
			по длине	по ширине
Полотно без пропитки	120-140	20	195	180
Полотно с пропиткой	130-150	20-30	0	0

Фторорганические пленки обладают эластичностью, гибкостью, большой прочностью и потому хорошо переносят различные механические воздействия, которым подвергаются фильтрующие полотна в эксплуатации. Химическая инертность этих пленок дает возможность применять обработанные полотна в сложных рН условиях. Высокие гидрофобные свойства, заложенные в самой природе ФОС, сохраняются пленками в течение всего времени их существования.

В настоящее время полученный эффект водоотталкивания ИФМ апробируется в различных условиях эксплуатации. Имеются положительные отзывы использования на крекинге (АБЗ г. Кашира, Воскресенский цементный завод и Абаканский цементный завод).

Выводы:

1. Установлена целесообразность использования ФОС для ИФМ, работающего в условиях повышенной влажности и агрессивности.
2. Эффект водоотталкивания предотвращает цементацию структуры ИФМ и конденсацию паров на ней при фильтрации технологических высокотемпературных ($200\div 220^{\circ}\text{C}$) газов.

Особенности химической и термической неустойчивости фильтровального рукавов из материала «Номекс» в условиях производства цветных и черных металлов. (ООО Фирма "Аква", Россия)

*Карих Павел Иванович, к ф-м н, доцент, Директор
ООО Фирма "Аква"*

В последние годы на российском рынке при фильтрации отходящих газов металлургических предприятий наряду с «мокрой» системой очистки нашли широкое применение иглопробивные войлоки из полиэстера, полипропилена, полиакрилонитрила, номекса, мета-арамида, полиимида, стеклоткани, PTFE. С практической точки зрения эти материалы должны обеспечивать остаточную запыленность на уровне 5-20 мг/нм³. Кроме того, при «сухом» способе очистки весьма существенно снижаются затраты на содержание газоочистного оборудования (уменьшаются расходы воды, расходы на содержание и эксплуатацию шламовых насосов, расходы на заработную плату персонала).

Очистка больших объемов отходящих газов от частиц с размером от 1 мкм до 5 мкм при первичном или вторичном переплаве черных и цветных металлов (CuO, SeOx, TeOx, CuS, Ag₂S, MgO, ZnO, Fe₂O₃, PbO, и т.п.) не возможно без применения иглопробивных материалов с высокой пропускной способностью. Кроме высокой пропускной способности (150-250 л/дм² *мин) материал должен сохранять стабильную работу (целостность) при температурах до +220...+250 °С в течении 12 месяцев [1].

При переработке сырья в конверторных, шахтных, электросталеплавильных, вельц- печах всегда присутствует отходящие газы содержащие большое количество оксидов серы, азота, хлора, фосфора, фтора, что в сочетании с высокой температурой и влажностью является ограничивающим фактором для применения некоторых типов материала так как приводит к кислотно-каталитическому гидролизу волокон фильтровального материала и как следствие химическое разрушение материала.

С конца 1970 года компания Дюпон стала законодателем стандартов в производстве волокон «Номекс». Эти стандарты гарантировали термическую стабильность материала «Номекс» при температурах до +240 °С.

ООО «Фирма «АКВА» (Россия) совместно со специалистами компании «Дюпон» (США), «Тамфелт» (Финляндия) провели ряд исследований особенностей химической и термической неустойчивости материала «Номекс» в условиях производства цветных и черных металлов на металлургических предприятиях (ОАО «Челябинский Цинковый Завод» г.Челябинск, ОАО «Магnezит» г.Сатка, ОАО «Северсталь» г. Череповец).

Первым этапом исследования являлось выяснение причин (факторов) влияющих на химическое повреждение волокна «номекса». Выяснилось что главным фактором влияющим на химическое повреждение волокна «номекса» является присутствие окислов серы (SO₂, SO₃) от 0,2% до 1,6 % в сочетании с влагой от 5 до 10%. На рисунке 1 показана зависимость остаточной прочности фильтровального войлока «номекс» в процентном соотношении от времени выдержки при различных температурных нагрузках [2].

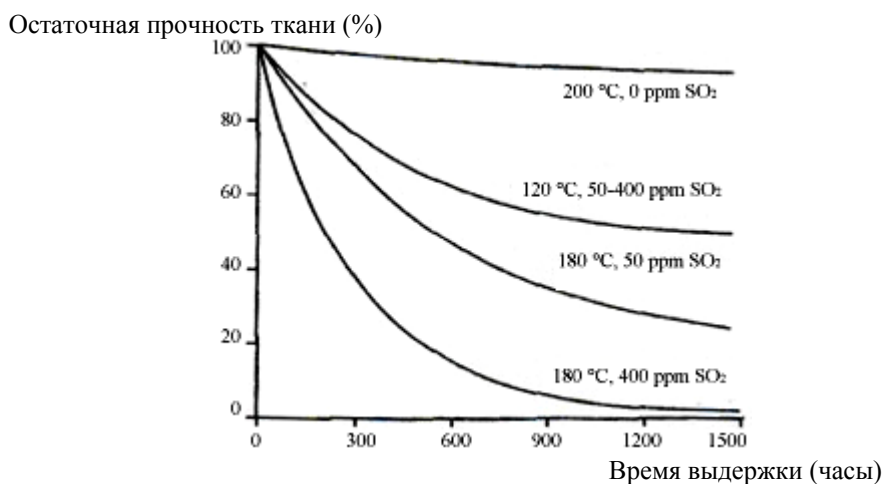


Рис.1.
Зависимости остаточной прочности от времени для фильтровального материала НОМЕКС (содержание влаги 10%).

Вторым этапом исследования являлось увеличение времени стабильной работы (более 3-х месяцев) фильтровального материала из волокна «номекс» в условиях кислой среды. Для этого компания «Тамфелт» выпустила на рынок материал «номекс» с волокнами обработанными кислотозащитной пропиткой. Однако, как показали исследования в условиях реального производства при температурах 180...210 °С, 6% влажности по истечению 6-7 месяцев пропитанные волокна «номекса» необратимо разрушаются

(растрескиваются). [3] На рисунке 2 показано химическое повреждение волокон «номекса» соединениями серы и хлора на ОАО «Магнезит» г.Сатка.

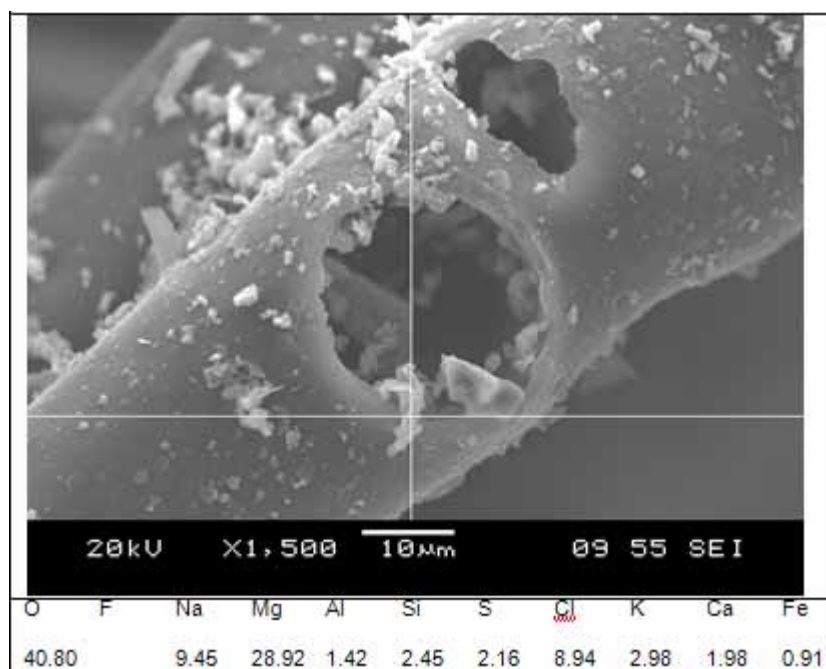


Рис.2.

Химическое повреждение волокон НОМЕКС'а соединениями серы и хлора на ОАО «Магнезит» (г.Сатка)

Несмотря на то, что опытно-промышленные испытания показали существенное увеличение ресурса работы волокон НОМЕКС'а в 2-2,5 раза, однако, высокая температура и присутствие серы и хлора вызвало необратимую химическую коррозию волокон «номекса».

С целью усовершенствования материала и увеличения ресурса работы войлока «номекс» компания «Тамфелт» выпустила материал с мультифиламентной сеткой-основой из нитей PTFE вместо используемой ранее сетки – основы из нитей «номекс». Такое исполнение материала в сочетании с кислотостойкой пропиткой волокон обеспечило стабильную работу фильтровальных рукавов более 12 месяцев. На рисунке 3 показана зависимость остаточной прочности фильтровального войлока «номекс» в процентном соотношении от времени выдержки при различных температурных нагрузках.

Остаточная прочность (%)

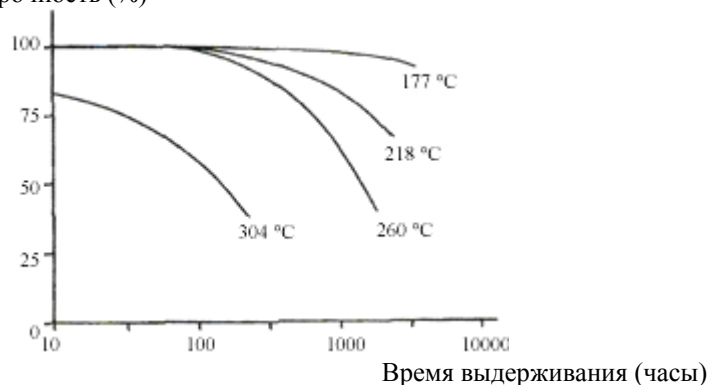


Рис. 3.

Остаточная прочность после старения в атмосфере горячего воздуха (0% содержания влаги).

По результатам проделанных исследований можно сделать ряд «выводов» об условиях эксплуатации материала «номекс» Du Pont при переработке черных и цветных металлов:

1. Оптимальная температура эксплуатации фильтровальных материалов из войлока «номекс» от 95 до 180 °C, SO_2 не более 400 ppm, влажность не более 6%;
2. При температурах от 25°C до 210°C, присутствие оксидов серы $\geq 0,2\%$ и влажности $\geq 6\%$ вызывает химическую коррозию волокон «номекса» и их растворение;

3. При рабочих температурах более 210°C происходит интенсивное старение волокон «номекса», ресурс работы фильтровального материала не превышает 3 месяца;
4. При прохождении точки росы более 10-12 раз в год в кислой среде волокна «номекс» подвержены необратимому гидролизу;
5. Срок службы материала НОМЕКС увеличивается в 2-2,5 раза при применении кислотозащитной обработки;
6. При влажности 10% рабочая температура эксплуатации НОМЕКС'а снижается и составляет 130-140 °С, ресурс работы не более 6-ти месяцев.

[1] Jones J. Plastics in Filtration.- Filtration and separation, 1970, №2 p160-167; 1975, №1. P27-28

[2] Номекс. Мета-арамидные волокна.

Технические данные и основные способы обработки. (Брошюра компании Du Pont 1986г).

[3] И.К. Скобелев. Фильтрующие материалы. М.Недра. 1978,200с.

**Оптимальный выбор фильтровального материала. (ЗАО Фирма "Эдельвика", Львовская
коммерческая академия, Украина),**

*Переходько Юрий Анатольевич, Генеральный директор,
ЗАО Фирма "Эдельвика" (Украина),*

Пелех Л.В. Львовская коммерческая академия, кандидат технических наук

Постоянное повышение требований к чистоте атмосферного воздуха, значительное увеличение числа очистных сооружений обусловили необходимость увеличения выпуска высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов; совершенствования технологических процессов с целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду и улучшения очистки отходящих газов от вредных примесей.

Среди проблем защиты окружающей среды наиболее актуальной является охрана воздушного бассейна, так как загрязненный воздух ухудшает экологические условия, приводит к преждевременному износу основных фондов промышленности, объектов жилищно-коммунального хозяйства и т. д.

Высокоэффективная очистка газов в современной технике приобрела промышленные масштабы. В некоторых случаях тонкой очистке подвергаются миллионы кубометров воздуха в час, и это требует существенных затрат [1]. Поэтому исключительно важным является правильный выбор фильтрующего материала и условий фильтрации. Фильтровальный материал и конструкция фильтра должны обеспечить не только «физический эффект» очистки газов от пыли и аэрозолей до необходимой степени чистоты, но и быть эффективными экономически.

Развитие техники фильтрации направлено в основном по двум путям: создание способов регенерации для фильтровальных материалов, позволяющих работать при повышенной скорости с сохранением эффективности пылеулавливания, и разработка новых видов фильтровальных материалов, позволяющих снизить гидравлическое сопротивление, повысить производительность аппаратов по газу и увеличить срок службы фильтровальных элементов.

Независимо от конструкции фильтра, в котором устанавливается фильтровальный материал, от свойств очищаемой среды и улавливаемой пыли, фильтровальные материалы должны иметь высокую пылеемкость в процессе фильтрации и способность удерживать после регенерации такое количество пыли, которого достаточно для обеспечения высокой эффективности очистки газов.

В процессе эксплуатации в течение длительного периода времени (обычно 1-2 года) фильтровальный материал должен сохранять высокую воздухопроницаемость в запыленном состоянии. Для обеспечения длительной работы в условиях действия регенерирующих устройств материалы должны иметь высокую прочность на разрыв и перегибы и способность к легкому удалению пыли, накопленной внутри пор и на поверхности. В необходимых случаях они должны обладать термостойкостью, кислотостойкостью, стойкостью к щелочам, невысокой стоимостью материала и длительным сроком службы.

Увеличение в практике эксплуатации срока службы рукавов фильтров путем применения синтетических материалов — лавсана и нитрона указывает на целесообразность вытеснения ими, уже при температурах 80-100° С, тканей из натуральных волокон. Дальнейшее совершенствование лавсановых тканей направлено на придание им гидрофобности, разработку технологии термостабилизации лавсана при температурах более высоких (до 180° С), чем применяемые в настоящее время (100-120° С); по нитрону ведется поиск наиболее экономичной и эффективной структуры.

Далеко не исчерпаны возможности стеклотканей. Термостойкость стеклотканей за последние годы удалось повысить с 250 до 350°С. До недавнего времени считалось, что нельзя допускать скорости фильтрации через стеклоткани более 0,5 м/мин. Однако сейчас уже имеется положительный опыт эксплуатации стеклотканевых рукавов со скоростями до 0,8 м/мин. В последнее время все большее распространение получают стеклянные ткани, обработанные кремнийорганическими веществами — силиконами [2]. В результате обработки силиконом повышается воздухопроницаемость стеклоткани, а поверхность стеклянного волокна получает гидрофобные свойства. Срок службы в рукавных фильтрах у таких тканей в ряде случаев повысился в 2-3 раза. Покрытие волокон тефлоновой пленкой (из эмульсии) также повышает долговечность ткани. Созданы новые аппретированные стеклоткани с повышенной воздухопроницаемостью — 300-400 л/(м² · с). Значительное увеличение воздухопроницаемости позволит еще более поднять удельные газовые нагрузки.

Обладая прочностными и фильтровальными свойствами на уровне широко распространенных лавсана и на более высокой воздухопроницаемостью, термостойкие синтетические ткани (арселон, сульфолон, фенилон, тефлон, стеклоткани и др.) имеют значительно более высокий предел температурного применения (порядка 250°С). Переоснащение эксплуатируемых в промышленности рукавных фильтров этими тканями позволит получить в ряде отраслей промышленности весьма значительный экономический эффект. Прежде всего это относится к существующим установкам, где эксплуатируют фильтры с механическим встряхиванием, в

которых по причине недостаточной прочности нельзя использовать стеклоткань. Такими тканями целесообразно оснастить, например, производства цветных и редких металлов, где перед подачей в рукавные фильтры очищаемые газы охлаждаются в различных устройствах. Применение в этих установках новых термостойких материалов позволит повысить температуру очищаемого газа со 100-140 до 250-300°С. Это значительно упростит работу охлаждающих устройств, так как охлаждение до температур 100-140°С неэкономично и трудновыполнимо, в то время как охлаждение до 250-300°С осуществимо как в поверхностных холодильниках, так и в испарительных скрубберах.

Перспективными фильтровальными материалами являются различные нетканые материалы (из лавсана, поливинилхлоридных волокон, а также с орлона, номекса, тефлона и тефлер-войлока), уже получившие за рубежом широкое распространение. Отсутствие в процессе производства операций получения нитей (прядение) и образования из нитей ткани (ткачество) обуславливает простоту технологии, высокую производительность изготовления, низкую себестоимость и позволяет получать фильтровальные материалы с широким диапазоном свойств. Использование этих материалов обеспечивает, как правило, достижение более низкой остаточной концентрации (для шерстяных войлоков).

Реальной становится возможность широкого использования фильтровальных материалов на основе волокон, обладающих хорошими прочностными характеристиками при температурах от 350 до 700°С. Ряд термостойких волокон в опытным порядке уже вырабатывается. Однако на современном этапе развития фильтрационной техники многие из них не могут быть рационально использованы в практике для обеспыливания технологических газов - одни из-за очень высокой стоимости (например, бериллиевые, платиновые, серебряные), другие - в связи с низкой изгибостойкостью (кварцевые, базальтовые и им подобные волокна).

Наилучшие результаты получены при использовании материалов из металлических волокон. Варьируя химический состав, можно создавать материалы с заранее заданными свойствами. Присутствие никеля например, способствует повышению механической и химической стойкости материалов. Добавки молибдена, хрома и кобальта дают возможность изготавливать материалы, которые хорошо сохраняют свойства при длительном воздействии высоких температур. На основе титана и алюминийсодержащих сплавов вырабатываются сверхпрочные материалы.

В настоящее время металлические пористые перегородки изготавливаются из монельметалла, низкоуглеродистой, среднеуглеродистой, нержавеющей, жаропрочной сталей, из меди, фосфористой бронзы, латуни, серебра и других металлов и сплавов [2].

Наряду с высокой термостойкостью металлические ткани обладают хорошей механической прочностью, несложны в изготовлении, технологичны. Например, для соединения отдельных кусков металлотканей можно применять пайку, сварку и сшивание металлическими нитями. Существует большой ассортимент металлических пористых перегородок: в практике могут найти применение ткани, металлическая шерсть, войлок и трикотаж.

В последние годы проведены исследования фильтровальных свойств трикотажных материалов из стеклонити, текстурированного капронового шелка эластик и полusherсти. Показано, что использование некоторых трикотажных материалов обеспечивает высокую степень обеспыливания газов при относительно невысоком гидравлическом сопротивлении фильтра. Отдельные виды трикотажа характеризуются даже большей удельной газопроницаемостью, чем ткани из волокон того же химического состава. Разработан фильтровальный трикотаж из стекловолокна, имеющий небольшую растяжимость и обеспечивающий высокую эффективность пылеулавливания.

Критерии выбора: Газ и температура.

Химические и физические свойства волокон являются определяющими факторами эффективности и долговечности фильтровального материала.

Химическая среда, температура и механические воздействия по-разному влияют на волокна.

Знание основных свойств волокон позволяет правильно выбрать фильтровальный материал применительно к особенностям каждого процесса. Приведенная ниже таблица свойств волокон может служить кратким справочным руководством.

Также необходимо учитывать:

Во время эксплуатации фильтровальной установки необходимо поддерживать температуру выше точки росы.

Падение температуры ниже определенного значения приводит к конденсации паров и образованию капель воды, способных попадать на фильтровальный материал.

Также вода может вступить в реакцию с компонентами газового потока, что в свою очередь может привести к образованию кислот.

Ещё одним последствием эффекта «точки росы» может быть образование влажного и липкого слоя пыли. Это приводит к существенному снижению эффекта регенерации и падению давления в фильтре.

Образовавшиеся кислоты также могут привести к химическому нарушению фильтровального материала, коррозии каркаса рукава и корпуса фильтровальной установки.

Таблица 1

Химическая и температурная устойчивость синтетических волокон

Тип волокна	Температура рабочая/пики	Маркировка BWF	Стойкость к гидролизу	Стойкость к кислотам	Стойкость к щелочам	Стойкость к окислению
Поливинилхлорид	75°C/(80°C)	PVC	1	1	1	2
Полипропилен	90°C/(110°C)	PP	1	1	1	4
Полиамид	110°C/(115°C)	PA	4	3	2	3
Полиакрилонитрил Сополимер	110°C/(115°C)	AC	2	3	3	2
Олефин температурно- устойчивый	125°C/(130°C)	RO	1	1	1	4
Полиакрилонитрил гомополимер	125°C/(140°C)	DT	2	2	3	2
Полиэфир	150°C/(150°C)	PE	4	3	4	2
Полифенилсульфид	190°C/(200°C)	PPS	1	1	1	3
m-Арамид	200°C/(220°C)	NO, NX	3	3	3	3
Кермел Тех	200°C/(240°C)	KMT	4	3	4	3
Полиимид	240°C/(260°C)	PI	2	3	3	2
Политетраф- торатилеи	250°C/(280°C)	PTFE, TF, TFL	1	1	1	1

Примечания: 1) отличная; 2) хорошая; 3)удовлетворительная; 4) плохая

Таблица 2

Виды обработок поверхностного слоя

Обозначение	Описание	Виды обработки поверхностного слоя											
		PVC	PP/ RO	PA	AC	DT	PE	NO, NX	PPS	PI	PTFE, TFL	TF, TF- GL	
Код 1	Опаленный с одной стороны		●	●	●	●	●	●	●	●			
Код 2	Не опаленный	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Код 3	Опаленный с двух сторон		●	●	●	●	●	●	●	●			
Код 4	Каландрированный с одной стороны	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Каландрированная	Каландрированная особо гладкая		●	○	○	●	●	○	●	○			

Таблица 3

Защитные химические обработки по программе CS

Обозначение	Описание	PVC	PP/ RO	PA	AC	DT	PE	NO, NX	PPS	PI	PTFE, TFL	TF, TF- GL
Код 9	Обработка усиливающая очищающую способность материала	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CS17	Масло- и водоотталкивающая обработка	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CS18	Поверхностное покрытие из Тефлона		○	○	•	•	•	•	•	•	•	
CS29	Стойкая по отношению к кислоте и гидролизу				•	•	•	•	•	•		

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009»**

CS30/31	Пропитка волокон Тефлоном и масло- и водоотталкивающая обработка	○	○	○	○	○	●	●	●	●		
CS42	Стойкая по отношению к кислоте и гидролизу							●				
FireGuard	Поверхностный слой устойчив к попаданию искр		●	○	○	○	●	●	●	●	○	

Таблица 4

Защитные химические обработки по программе CS

Обозначение	Описание											
		PVC	PP/ RO	PA	AC	DT	PE	NO, NX	PPS	PI	PTFE, TFL	TF, TF- GL
ExCharge	Качество согласно сертификату DMT	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
As	Проводящие свойства посредством добавления волокон из нержавеющей стали	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
NWC	Повышенные проводящие свойства благодаря добавкам специальных стальных волокон в продольном и поперечном направлениях	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	
As Epi	Антистатическая обработка	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	
PZ	Контроль качества согласно сертификату «BIA»	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	

Высокотехнические фильтровальные материалы приобрели в последнее время особую значимость в промышленном пылеулавливании. причинами этого является все более строгие законодательные требования к выбросам в атмосферу и наша общая социальная и моральная ответственность за сохранение окружающей среды.

Наша компания предлагает Вам фильтровальные материалы компании BWF, которые соответствуют всем современным техническим характеристикам и требованиям к длительности эксплуатации.

Эти материалы созданы на основе многолетних научно-исследовательских работ и экспериментальных наблюдений.

Компания считает своей основной задачей помочь клиенту сделать правильный выбор фильтровального материала, принимая во внимание одновременно технические и экономические показатели.

Критерии выбора:

1. свойства газа и температура;
2. свойства пыли;
3. способ регенерации.

Остальные критерии должны определяться, исходя из допустимых показателей выбросов в атмосферу и срока службы фильтровального материала.

Литература:

1. П.И.Тищенко, С.Н.Тимошенко, А.П.Тищенко. Путь к решению экологических проблем сталеплавильного агрегата- использование системы распределенного газоотсоса.\ Материалы научно-практического семинара: «Пути решения экологических проблем стран СНГ». Мариуполь, “Стратегия”, 2002.-180с.
2. Перепелкин К.Е., Маланьина О.Б. и др.// Хим.волокна.2005. №3.-С.36-38.
3. Выбор фильтровального материала. Компания BWF г.Оффинген , Германия.

**Инновационные нетканые материалы для промышленной фильтрации. Преимущество
бескаркасных иглопробивных нетканых материалов. (ООО «Албокос», Россия)**

*Чугуев Дмитрий Александрович, Начальник отдела продаж
ООО «Албокос»*

Компания «Албокос» организована в 2000 году совместно с канадской компанией «Албарри», одним из мировых лидеров производства материалов для сухой фильтрации, и российскими инвесторами.

В настоящее время Албокос представляет собой мощное производственное предприятие, состоящее из 3 производственных цехов – швейный (пошив фильтровальных рукавов и фильтрующих салфеток), каркасный (производство всех типоразмеров и конструкций каркасов для рукавных фильтров), сборочный цех (производство комплектующих рукавных фильтров). Мощности нашего предприятия составляют 10 000 рукавов фильтровальных и 6 000 каркасов в месяц. Номенклатура производимых рукавов и каркасов составляет более 200 видов. Фильтровальные ткани подбираются под каждого потребителя, индивидуально учитывая конкретные особенности технологических процессов. Помимо традиционных материалов: полиэфир, полипропилен, мета-арамид (Nomex), полиимид (P84), PPS; мы предлагаем инновационные материалы для высоких температур отходящих газов – Rap-Spec и Meteor, которые уже прошли испытания на российских предприятиях и отлично себя зарекомендовали.

С 2003 года наша компания занимается реконструкцией и модернизацией рукавных и электрофильтров. За этот срок были выполнены реконструкции на многих заводах, таких как: Уралцемент, Новгородский металлургический завод, Искитимцемент, Братский ферросплавный завод, КрАЗ-Русал и др. Имея за плечами внушительный опыт и собственное конструкторское бюро, действующее с 2008 года, компания Албокос приняла решение о выходе на рынок поставки новых рукавных фильтров. На сегодняшний момент уже осуществляется ряд проектов на следующих предприятиях: Медногорский Медносерный Комбинат (УГМК), Сухоложский завод ОЦМ (УГМК), Магнитогорский цементно-огнеупорный завод (группа ММК).

Также наша компания принимала участие в качестве поставщика комплектующих к рукавным фильтрам совместно с иностранными компаниями: Alstom, Норвегия, SMS-Demag Германия, Danielle Италия.

При проектировании и поставке рукавных фильтров мы руководствуемся только лучшими техническими решениями и используем высокотехнологичное оборудование и материалы, а собственное производство каркасов и рукавов позволяет минимизировать стоимость рукавных фильтров.

Кроме прочего наша компания сотрудничает с иностранными компаниями, зарекомендовавшими себя на рынке фильтровальных материалов: в области жидкой фильтрации с американской компанией Micronics Inc., в области нестандартных решений для сухой фильтрации с Heimbach Filtration, Германия, с компанией Donaldson, Великобритания в области поставки фильтров нестандартного исполнения.

Каркасные и бескаркасные материалы:

В настоящее время на рынке представлены два вида нетканых иглопробивных материалов – **каркасные и бескаркасные**.

Принципиальное различие между ними заключается в наличии/отсутствии каркасной сетки по всей поверхности полотна.

Исторически сложилось, что большинство производителей нетканых материалов используют каркасную сетку при производстве своих материалов. Это в большинстве случаев позволяет решить проблему неравномерности распределения волокон по поверхности иглопробивного полотна, а также удешевляет его конечную стоимость.

Производство бескаркасных материалов сопряжено с определенными трудностями: на стандартном оборудовании и при использовании стандартных технологий невозможно добиться равномерного распределения волокон, а это ведет к понижению прочностных характеристик материала и понижению фильтрующих способностей.

Компания Албарри, в прошлом канадское отделение мирового гиганта Albany International Corp с 1983 года производит иглопробивные фильтровальные материалы без использования каркасной сетки. В течение нескольких лет отработывались технологии позволяющие получить материал без каркаса с физико-механическими характеристиками не уступающими каркасным материалам. Результатом этой работы стала собственная технология производства нетканого бескаркасного полотна с превосходными фильтрующими характеристиками и отсутствием недостатков присущим нашим конкурентам.

Каркасные материалы имеют ряд недостатков по сравнению с бескаркасными, а именно: худшая степень фильтрации и разрушение материала при повреждении каркаса материала.

Худшая степень фильтрации каркасных материалов объясняется наличием каркасной сетки. При одинаковой поверхностной плотности материалов (стандартная величина на уровне 500-550 гр/кв.м.), вес каркаса составляет до 100 гр/кв.м. у каркасного материала, следовательно, фильтрующего волокна в полотне содержится меньше. Для того чтобы получить необходимую воздухопроницаемость (150-200 л*кв.дм/сек при 200 Па – стандарт DIN - 53438) поры материала должны быть больше по сравнению с бескаркасными,

что влечет за собой проскоки частиц малых размеров. Также каркас не участвует в процессе фильтрации из-за скрученности волокон, из которых он состоит.

Таким образом, применение бескаркасных иглопробивных материалов помогает решить вопросы остаточной запыленности, повышенного перепада давления на фильтре и уменьшения издержек на содержание и обслуживание импульсных рукавных фильтров.

Классы фильтрации.

Классы фильтрации (ГОСТ Р 51 251) представляют собой разбивку фильтровальных тканей по группам с различной эффективностью фильтрации, которая может варьироваться от 65% до 95% и более. Компания Албокос направила образцы наших тканей на независимую экспертизу в НИИ «Нетканых материалов» г. Серпухов. В результате исследований им был присвоен класс F9, что соответствует фильтрам тонкой очистки с эффективностью улавливания более 99,5% по кварцевой пробе и является высшим классом для фильтров промышленной очистки газов, не считая материалов с мембранами, где традиционно лидерство принадлежит компаниям Gore, Германия и Donaldson, Великобритания.

Бескаркасные материалы компании Албарри Канада Лтд., производятся на специальном оборудовании, по собственным технологиям, которые обеспечивают равномерное распределение волокон по всей поверхности материала. Прочностные характеристики материала значительно выше любых аналогов, российских и зарубежных и полностью соответствуют требованиям импульсных систем регенерации современных рукавных фильтров.

В бескаркасных материалах компании Албарри в большой степени реализуются основные преимущества фильтровальных нетканых материалов.

Фильтровальные рукава компании Албокос зарекомендовали себя с наилучшей стороны на таких предприятиях как:

- Братский ферросплавный завод – срок службы – 4 года
- Новгородский металлургический завод – срок службы – 1 год, замена по регламенту
- Горнозаводскцемент – срок службы 2 года
- Уралцемент – срок службы 2,5 года
- Серовский металлургический завод – срок службы 2,5 года
- Камасталь – срок службы 2 года

**Фильтровальные материалы компании BWF Envirotec (Германия) для систем газоочистки.
Выбор оптимального фильтровального материала. (BWF Envirotec , Германия)**

Баев Андрей Анатольевич, Представитель по России и СНГ (заочно)

Компания BWF Envirotec (Германия) является мировым лидером в области разработки и производства нетканых фильтровальных материалов и фильтровальных рукавов для промышленной газоочистки. Компания предлагает широкий спектр материалов из различных типов синтетических волокон, выпускаемых под торговой маркой needlona. Материалы отличает оптимальное соотношение «цена-качество» и долгий срок службы.

Области применения – черная и цветная металлургия, производство цемента, асфальта, строительных материалов, пищевая промышленность, мусоросжигательные заводы.

**Краткое руководство компании BWF
Нетканые фильтровальные материалы needlona
Выбор оптимального фильтровального материала**

Высокотехнологичные фильтровальные материалы приобрели в последнее время особую значимость в промышленном пылеулавливании. Причинами этого являются все более строгие законодательные требования к выбросам в атмосферу и наша общая социальная и моральная ответственность за сохранение окружающей среды.

Компания BWF предлагает Вам фильтровальные материалы, отвечающие всем современным техническим характеристикам и требованиям к длительности эксплуатации. Эти материалы созданы нами на основе многолетних научно-исследовательских работ и экспериментальных наблюдений.

Наша компания считает своей основной задачей помочь клиенту сделать правильный выбор фильтровального материала, принимая во внимание одновременно технические и экономические показатели.

Критерии выбора:

1. Свойства газа и температура
2. Свойства пыли
3. Способ регенерации

Остальные критерии должны определяться исходя из допустимых показателей выбросов в атмосферу и срока службы фильтровального материала.

Газ и температура

Химические и физические свойства волокон являются определяющими факторами эффективности и долговечности фильтровального материала. Химическая среда, температура и механическое воздействия по-разному влияют на волокна.

Знание основных свойств волокон позволяет правильно выбрать фильтровальный материал применительно к особенностям каждого процесса. Приведенная ниже таблица свойств волокон может служить кратким справочным руководством.

Также необходимо учитывать:

Во время эксплуатации фильтровальной установки необходимо поддерживать температуру выше точки росы. Падение температуры ниже определенного значения приводит к конденсации паров и образованию капель воды, способных попадать на фильтровальный материал. Также вода может вступить в реакцию с компонентами газового потока, что, в свою очередь, чревато образованием кислот.

Еще одним последствием эффекта «точки росы» может быть образование влажного и липкого слоя пыли. Это приводит к существенному снижению эффекта регенерации и падению давления в фильтре.

Образовавшиеся кислоты также могут привести к химическому разрушению фильтровального материала, коррозии каркаса рукава и корпуса фильтровальной установки.

Критерии выбора:

Пыль

Для специалиста термин «пыль» не может быть неопределенным понятием.

Помимо знаний о происхождении пыли и имеющих место химических процессах, перечисленные далее параметры также представляются крайне важными:

1. Концентрация пыли

- Содержание газа в пылевом потоке

2. Состав пыли

- Размер частиц
- Химический состав пыли

3. Характеристики пыли

- Электростатичность
- Тенденция к аггломерации
- Склонность к слипанию
- Скорость вертикального осаждения
- Абразивные свойства
- Плотность осаждения

Свойства пыли	Обработка Code 1	Code 4 glaze	x-surf Si Code 9	CS17®	CS18®	CS29	CS30 CS31	CS42 at NO, NX	FireGuard®	MP S®	Epi,as , NWC ExCharge®
Свободный поток	*										
Склонность к аггломерации		*									
Тонкодисперсная										*	
Абразивная	*		*								
Влажная				*		*		*			
Липкая		*		*	*		*				
Электростатическая											*
Способная к образованию искр									*		
Кислотная/ щелочная						*		*			

Code 1:	Опаленный с лицевой стороны	CS18®:	Поверхностное покрытие из Тефлона	FireGuard®:	Поверхностный слой устойчив к попаданию искр
Code4:	Каландрированный с лицевой стороны	CS29:	Стойкая по отношению к умеренно агрессивной химической среде	MPS®:	Micro Pore Size Тонкодисперсная пыль, фильтруемые с помощью микроволокон
Glaze:	Каландрированный, особо гладкий	CS30:	Пропитка Тефлоном	Epi:	антистатическая
x-surf, Si, Code 9	Антиадгезивная обработка	CS31:	Пропитка Тефлоном в сочетании с масло- водоотталкивающей пропиткой	as, NWC	Повышенные проводящие свойства благодаря добавкам специальных стальных волокон
CS17®	Масло-и водоотталкивающая обработка	CS42:	Стойкая по отношению к кислотам и гидролизу	ExCharge®:	Придает постоянные проводящих свойства

Критерии выбора:

Способ регенерации

Каждый процесс пылеулавливания индивидуален. Исходя из параметров процесса подбираются фильтровальные материалы определенного удельного веса и воздухопроницаемости.

Практический метод:

Чем эффективнее способ регенерации, тем больший удельный вес может иметь фильтровальный материал и более плотной его набивка.

Способ регенерации	Вес (г/м ²)	Воздухопроницаемость л/дм ² мин @ 200 Па
Механическое встряхивание	300 - 350	400-600
Механическое встряхивание в сочетании с импульсом низкого давления	350 - 450	250-400
Импульс низкого давления	400-500	150-350
Импульсная регенерация	500-650	50-150

**Примеры применения фильтровального материала *needlona*®
в цветной металлургии**



Страна	Источник пыли	Материал	Площадь фильтрации	Объем газа, температура	Скорость фильтрации уровень выбросов	Справ. номер
Германия	Печь по закалке охлаждением в жидком металле	DT/DT 604 CS 31	155 м ²	6.090 Нм ³ /час 40 °C	1,20 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	342
Индия	Ферросилициевая печь	NO/NO 504 bt	4.132 м ²	177.000 Нм ³ /час 180 °C	1,20 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	416
Швеция	Ферросилициевая печь	PE/PE 451 Epi CS 17	1.900 м ²	110.000 Нм ³ /час 140-150 °C	1,30 м ³ /м ² мин < 3 мг/ Нм ³	740
Германия	Смесительный барабан для формовочного песка	PE/PE 551 CS 17	4.362 м ²	265.000 Нм ³ /час 30 °C	1,80 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	216
Норвегия	Электролизер	PE/PE 551 MPS	47 м ²	2.507 Нм ³ /час 100-150 °C	1,28 м ³ /м ² мин < 3 мг/ Нм ³	703
Швеция	Печь по выплавке свинца	PE/PE 601 MPS leadsurf	5.355 м ²	160.000 Нм ³ /час 120 °C	0,68 м ³ /м ² мин < 1 мг/ Нм ³	741
Франция	Плавильная печь	PE/PE 609/1 MPS leadsurf	2.042 м ²	135.000 Нм ³ /час 80 °C	1,40 м ³ /м ² мин < 1 мг/ Нм ³	244
Германия	Cooper stone converter	PE/PE 709/1 MPS	4.916 м ²	100.000 Нм ³ /час 70 °C	0,90 м ³ /м ² мин < 0,5 мг/ Нм ³	773
Франция	Ротационная мельница	PI/PI 554 CS18/17	3.335 м ²	122.500 Нм ³ /час 130-150 °C	0,80 м ³ /м ² мин < 5 мг/ Нм ³	621
Корея	Производство свинца	PI/PTFE 504 CS29	2.521 м ²	60.000 Нм ³ /час 200-230 °C	0,72 м ³ /м ² мин < 30 мг/ Нм ³	659

**Примеры применения фильтровального материала *needlona*®
в черной металлургии**



Страна	Источник пыли	Материал	Площадь фильтрации	Объем газа, температура	Скорость фильтрации уровень выбросов	Справ. номер
Тайвань	Колокол	DT-PE/DT-PE 554 CS 17	2.860 м ²	157.000 Нм ³ /час 60-110 °C	1,2 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	503
Германия	Электродуговая печь и колокол	DT/ DT-PE 404 CS18	4.942 м ²	206.000 Нм ³ /час 80-120 °C	1,0 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	180
Индия	Десульфуризация	NO/NO 501 ferrosurf	2.431 м ²	237.000 Нм ³ /час 190 °C	2,80 м ³ /м ² мин < 25 мг/ Нм ³	113
Тайвань	Вагранка	NO/NO 501 ferrosurf	670 м ²	45.300 Нм ³ /час 120-180 °C	1,80 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	121
Турция	Электродуговая печь и колокол	NO/NO 551	9.872 м ²	326.000 Нм ³ /час 130 °C	0,8 м ³ /м ² мин < 50 мг/ Нм ³	250
США	Электродуговая печь	PE/PE 451 ferrosurf	48.552 м ²	1.970.000 Нм ³ /час 130 °C	1,0 м ³ /м ² мин < 12 мг/ Нм ³	110
Нигерия	Электродуговая печь	PE/PE 451 ferrosurf	14.916 м ²	592.000 Нм ³ /час 130-150 °C	1,0 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	111
Германия	Электродуговая печь и колокол	PE/PE 521 ferrosurf	10.912 м ²	708.000 Нм ³ /час 50-150 °C	1,50 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	112
Швейцария	Электродуговая печь	PE/PE 524 FB	10.635 м ²	1.000.000 Нм ³ /час 130 °C	1,20 м ³ /м ² мин < 5 мг/ Нм ³	804



**Инновационные технологии
для реконструкции
нефтегазовых предприятий:**



- новейшие нефтегазовые технологии;
- повышение эффективности производств;
- реконструкция печного оборудования;
- активированные угли и катализаторы;
- новейшие горелки и горелочные системы;
- IT и АСУТП, приборы мониторинга и контроля;
- эффективное вспомогательное оборудование;
- вентиляторы, насосы, компрессоры, арматура.

**Экологический инжиниринг.
Газоочистка и водоочистка,
переработка отходов:**



- экология предприятий нефтегазовой отрасли;
- утилизация попутных газов нефтяных и газовых месторождений;
- газоочистка и сероочистка - очистка газов от диоксида серы, сероводорода, меркаптанов и окислов азота;
- установки производства серы и серной кислоты;
- водоподготовка и водоочистка;
- новейшие решения для водоочистки;
- переработка отходов и технологии рециклинга.

**Вопросы промышленной
безопасности.
Антикоррозионная защита:**

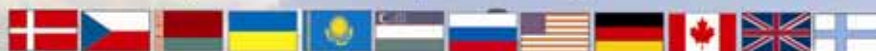


- ◆ экспертиза промышленной безопасности;
- ◆ технологии и материалы антикоррозионной защиты;
- ◆ лучшие образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии;
- ◆ усиление и восстановление зданий и оборудования;
- ◆ оборудование и решения для предупреждения аварий;
- ◆ предупреждение пожаров, новейшие технологии пожаротушения;
- ◆ системы химической защиты.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2010»

г. Москва, 28-29 сентября 2010 г., ГК ИЗМАЙЛОВО



**Инновационные технологии
для реконструкции
установок газоочистки:**



- проблемы защиты атмосферного воздуха;
- обследования, обновление и модернизация установок очистки газов и воздуха в металлургии, энергетике и цементных заводах;
- новейшие технологии очистки газов от пыли, диоксида серы, окислов азота, сероводорода, ПАУ и других вредных веществ;
- современные рукавные фильтры, электрофильтры, скрубберы, циклоны, вихревые пылеуловители, промышленные пылесосы, картриджные и карманные фильтры;
- системы вентиляции и кондиционирования.

**Вспомогательное
оборудование газоочистных
сооружений:**



- системы удаления и транспортировки уловленных материалов, скребковые и трубчатые конвейеры, аэрожелоба, насосы, пневмотранспорт, отсекающие устройства, дозирующие устройства;
- промышленные вентиляторы и дымососы;
- компрессоры для установок газоочистки;
- компенсаторы;
- новейшие фильтровальные материалы;
- активированные угли и катализаторы;
- запасные части для установок газоочистки.

**Системы контроля и
управления установок
очистки газов:**



- ◆ комплексная автоматизация установок газоочистки;
- ◆ современная контрольно-измерительная техника, датчики, расходомеры, газоанализаторы и пылемеры;
- ◆ технологии и решения для технологического контроля и мониторинга газовых выбросов;
- ◆ агрегаты питания электрофильтров;
- ◆ системы управления электропитанием электрофильтров;
- ◆ системы и приборы управления регенерацией рукавных фильтров.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Раздел №3 Высокоэффективное вспомогательное оборудование установок газоочистки.

Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для повышения эффективности систем газоочистки. (Бийский технологический институт - Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Шалунов Андрей Викторович, Заведующий лабораторией ", Россия),

Шалунов Андрей Викторович, Заведующий лабораторией

Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Шалунова К.В.

Бийский технологический институт (филиал) Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

Большое число современных химико-технологических процессов связано с дроблением, измельчением и транспортированием сыпучих материалов. При этом, часть материалов, в том числе и готового продукта, переходит в аэрозольное состояние, образуя пыль, которая с технологическими или вентиляционными газами выбрасывается в атмосферу. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 150 млн. тонн различных аэрозолей с частицами микронного размера искусственного происхождения. Пылевые частицы искусственного происхождения имеют большую суммарную поверхность, вследствие чего их химическая и биологическая активность очень высока. Некоторые вещества в аэродисперсном состоянии приобретают новые свойства, например способность взрываться.

Из выше сказанного можно сделать вывод о необходимости разработки современных устройств, позволяющих осаждать дисперсные примеси из отходящих газов с целью безопасного выброса газов в атмосферу и, в ряде случаев, для улавливания готового продукта. Таким образом, очистка отходящих газов от дисперсных примесей является неперенным процессом во всех производствах.

В промышленности задачу улавливания промышленных аэрозолей решают с помощью различных систем пылеулавливания. Традиционно используют разнообразные конструкции циклонов, фильтров, пылеуловителей, осадительных камер. Однако, всем выше перечисленным устройствам присущи существенные недостатки: сложность, а иногда и невозможность улавливания мелкодисперсных аэрозолей; невозможность использования в агрессивных и взрывоопасных газах; необходимость очистки или замены фильтрующего элемента. Учитывая вышеперечисленные недостатки, область применения подобных средств для очистки газовых сред ограничена.

Возможным способом повышения эффективности пылеулавливания является укрупнение частиц, то есть их предварительная коагуляция. Среди существующих способов (электрического, гравитационного, теплового) коагуляции наиболее эффективным и перспективным является ультразвуковой способ. Ультразвуковая коагуляция представляет собой процесс сближения и укрупнения, взвешенных в газе или жидкости мелких твердых частиц, жидких капелек и газовых пузырьков под действием акустических колебаний звуковых или ультразвуковых частот. Ультразвуковая коагуляция обладает неоспоримыми преимуществами по сравнению с другими видами коагуляции [1]:

- возможностью осаждать мелкодисперсные аэрозоли, улавливание которых часто сопряжено со значительными трудностями, а иногда и вообще невозможно;
- применимостью к агрессивным газам;
- возможностью работы при высоких давлениях и температурах;
- малой энергоемкостью процесса;
- высокой эффективностью процесса;
- небольшим временем воздействия.

Несмотря на выше описанные преимущества, ультразвуковая коагуляция не нашла широкого применения в промышленности. Это связано с тем, что в качестве источников УЗ колебаний до последнего времени использовались малоэффективные газоструйные излучатели, обладающие следующими недостатками:

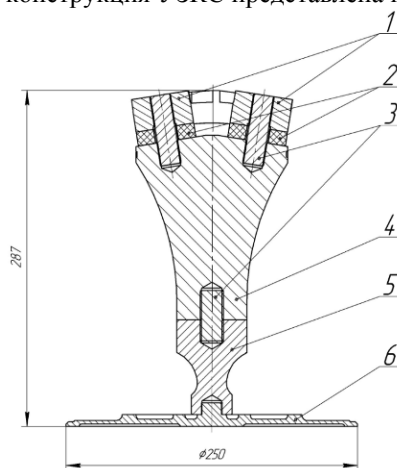
- низким КПД, не превышающим 20%;
- быстрым износом механических узлов;
- невозможностью работы на высоких частотах (более 20 кГц) и необходимостью защиты обслуживающего персонала от акустического излучения;
- необходимостью использования и большим расходом сжатого воздуха;
- длительным временем выхода на режим излучения, связанным с необходимостью создания потока газа, а в случае использования газогенератора – непродолжительным временем работы.

Кроме того, существенным недостатком газоструйных излучателей является срыв генерации УЗ колебаний, связанный с тем, что в резонаторе противодействие достигает столь большой величины течения, при котором сверхзвуковой режим истечения оказывается невозможным и торможение струи происходит без образования скачка уплотнения [1]. Частая, бессистемная повторяемость подобных «срывов» обуславливает невозможность генерирования стабильных (по фазе и частоте) гармонических

ультразвуковых колебаний. Это, в свою очередь, не позволяет осуществлять ультразвуковое воздействие в максимально эффективных режимах – режиме стоячей волны и с резонансным усилением колебаний.

При своей работе газоструйные излучатели инжектируют в рабочую зону камеры поток воздуха. Это может приводить к повторному увлечению осажденных частиц воздушным потоком, и разрушению агрегатов коагулированных частиц. Отсекание воздушных потоков с помощью звукопрозрачных пленок не приводит к желаемым результатам т.к. вызывает значительное снижение интенсивности УЗ колебаний, которая является основной величиной, влияющей на эффективность процесса коагуляции.

Альтернативой традиционным газоструйным излучателям могут служить созданные в лаборатории акустических процессов и аппаратов Бийского технологического института совместно с ООО «Центр ультразвуковых технологий» пьезоэлектрические ультразвуковые колебательные системы (УЗКС), в которых обеспечивается преобразование энергии продольных колебаний в изгибные колебания титановых пластин или дисков [2]. Схематично конструкция УЗКС представлена на рис. №1.



1 – задние отражающие накладки, 2 – пьезоэлектрические элементы,
3 – стягивающие шпильки, 4 – преобразователь,
5 – концентратор, 6 – дисковый излучатель

Рис. №1 – Схематичный вид УЗКС с двухполуволновым преобразователем

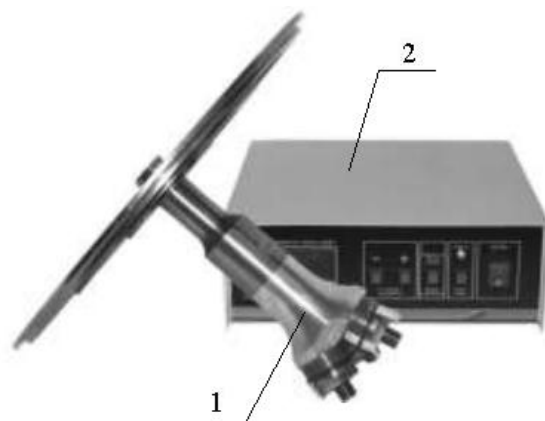
Разработанная ультразвуковая колебательная система состоит из двухполуволнового преобразователя (поз. 1-4), концентратора (поз. 5), дискового излучателя (поз. 6).

Поверхность диска (поз. 6) является источником ультразвуковых колебаний. Изгибные колебания диска возбуждаются продольными колебаниями, создаваемые пьезоэлектрическими элементами (поз. 2). Акустическая связь внутри УЗКС обеспечивается за счет того, что пьезоэлектрические элементы зажаты между преобразователем (поз. 4) и задней частотнопонижающей накладкой (поз. 1) с силой, многократно превышающей величину знакопеременной силы, создаваемой пьезоэлектрическими элементами. Стягивающее усилие обеспечивается задними частотнопонижающими накладками и шпильками (поз. 3).

Выбор излучателя дискового типа объясняется преимуществами подобных конструкций: высоким КПД; малыми энергетическими затратами; возможностью формирования ультразвуковых колебаний большой мощности; обеспечением перестройки частоты излучения за счет перехода с одной гармонической составляющей на другую.

При использовании плоского диска различные точки поверхности излучают колебания в противоположенных фазах, что приводит к тому, что на некотором расстоянии от диска происходит практически полная взаимная компенсация излучения. Для того чтобы исключить влияние этого фактора, необходимо искусственно снизить амплитуду колебаний участков диска, излучающих колебания в одной из фаз, например в «отрицательной» фазе. Этого можно добиться, увеличив толщину диска в указанных участках. В результате были созданы излучатели в дисков ступенчато-переменного сечения. Интенсивность колебаний, создаваемых таким дисковым излучателем диаметром 340 мм на расстоянии 3 – 4 м, составляет 147-152 дБ [3].

На основе разработанной конструкции ультразвуковой колебательной системы были созданы ультразвуковые аппараты для коагуляции различных аэрозолей. В состав аппаратов входит ультразвуковая пьезоэлектрическая колебательная система в металлическом корпусе с принудительным воздушным охлаждением с дисковым излучателем и генератор электрических колебаний ультразвуковой частоты с регулируемой выходной мощностью. Аппарат, показанный на рис. №2, предназначен для воздействия на газовые среды высокоинтенсивными акустическими колебаниями (более 150 дБ) [4]. В таблице 1 приведены его технические характеристики. Аппарат может использоваться для осаждения аэрозолей техногенного происхождения в замкнутых пространствах (например, в системах вентиляции зданий).



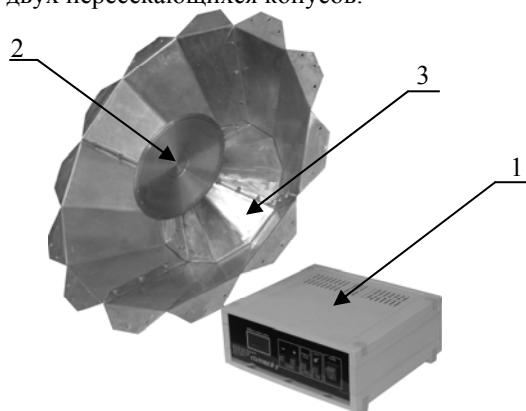
1 – ультразвуковой генератор; 2 – ультразвуковая колебательная система
Рис. №2 – Ультразвуковой оборудование для осаждения аэрозолей

Таблица 1

Основные технические характеристики ультразвукового оборудования для осаждения аэрозолей

Частота излучения кГц	27
Диаметр излучателя, м	0,25
Интенсивность колебаний, дБ не менее	140
Потребляемая мощность, Вт, не более	350
Масса колебательной системы с излучателем, кг, не более	6
Масса электронного блока, кг, не более	3

На рис. №3 представлена фотография ультразвукового аппарата, предназначенного для осаждения аэрозолей на открытых пространствах. В частности, разработанный аппарат может использоваться для разрушения туманов на взлетных полосах аэродромов и автомагистралях. Для использования энергии тыльной стороны дискового излучателя и увеличения суммарной площади излучения, аппарат снабжен отражателем, выполненным виде двух пересекающихся конусов.



1 – ультразвуковой генератор; 2 – ультразвуковая колебательная система; 3 – отражатель
Рис.№3 – Ультразвуковой аппарат для коагуляции аэрозолей

В таблице 2 приведенные основные технические характеристики разработанного аппарата.

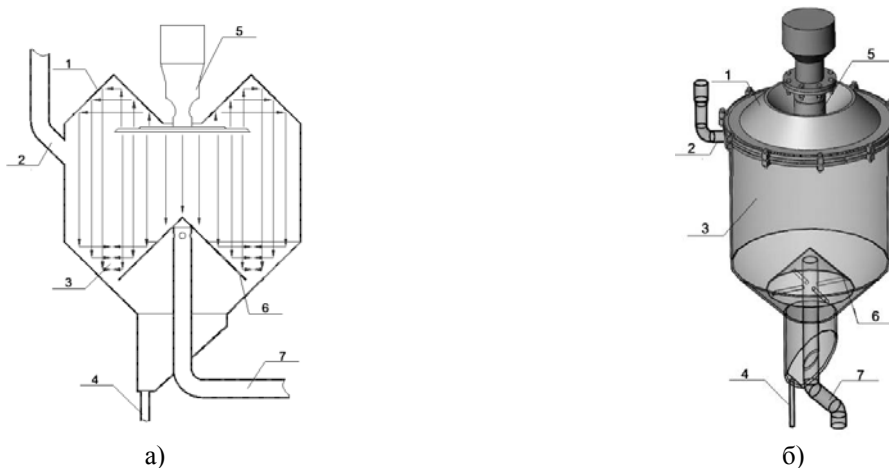
Таблица 2

Основные технические характеристики ультразвукового аппарата «Соловей»

Частота излучения кГц	24
Диаметр излучателя, м	0,36
Интенсивность колебаний, дБ не менее	150
Потребляемая мощность, Вт, не более	600
Масса колебательной системы с излучателем, кг, не более	8
Масса электронного блока, кг, не более	3

Создание таких аппаратов позволило разработать высокоэффективные камеры с резонансным усилением. Так в ООО «Центр ультразвуковых технологий» для повышения эффективности существующих систем пылеулавливания (например, традиционных циклонов) были разработаны устройства уже

содержащие в своем составе источник ультразвуковых колебаний одного из описанных выше типов (рис. №4).



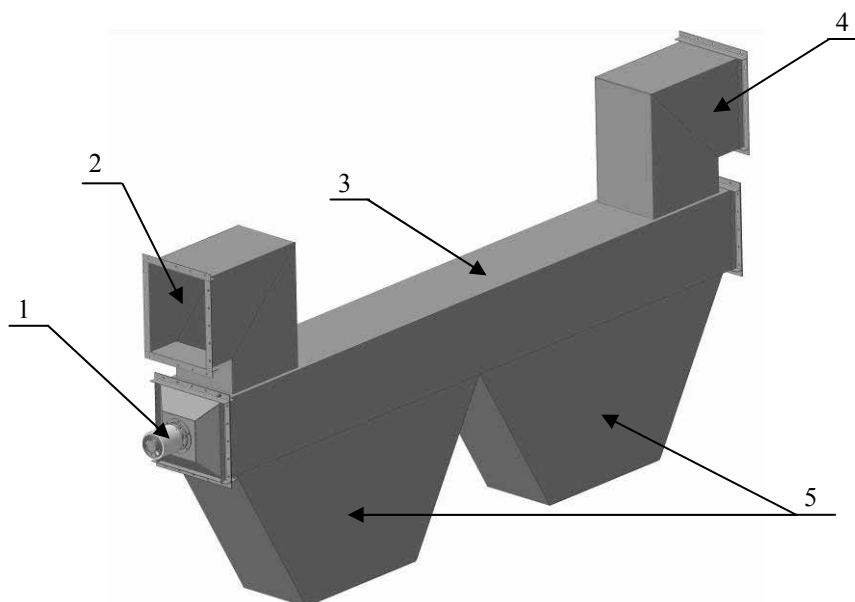
а – структурная схема циклона с УЗ излучателем; б – 3D-модель циклона с УЗ излучателем;
1 – верхний отражатель; 2 – входной патрубок; 3 – корпус циклона; 4 – отвод к бункеру; 5 – ультразвуковая колебательная система; 6 – нижний отражатель; 7 – выходной патрубок.

Рис. №4 – Конструкция циклона с ультразвуковым излучателем

Усовершенствование циклона за счет введения в конструкцию источника УЗ колебаний и обеспечения резонансного режима, позволило повысить эффективности процесса улавливания аэрозолей за счет дополнительного эффекта УЗ коагуляции. На основе экспериментальных исследований было установлено, что введение в конструкцию циклона источника УЗ колебаний обеспечивает повышение эффективности традиционного циклона до 99,5% и возможность улавливания частиц микронного размера (0,01...1 мкм).

Существенным преимуществом разработанных устройств ультразвуковой коагуляции в газоочистных системах является возможность работы в агрессивных средах (газах), при высоких давлениях и температурах [5]. В этом случае, единственное требование, предъявляемое к системе газоочистки, относится к материалу из которого изготавливается технологический (рабочий) объем. Материал должен обладать химической стойкостью к воздействию агрессивных газов и высоким коэффициентом отражения УЗ волн.

В настоящее время ультразвуковое оборудование, разработанное в Бийском технологическом институте совместно с ООО «Центр ультразвуковых технологий», успешно применяется на практике пылеулавливания. Да ультразвуковых аппарата для коагуляции аэрозолей установлены в дымоходе (сечением 530х400 мм) Бийской ТЭЦ (рис. №5)



1 – ультразвуковая колебательная система; 2 – вход дымохода; 3 – дымоход (камера коагуляции);
4 – выход дымохода; 5 – бункер

Рис. №5 – Модель дымохода с установленными ультразвуковыми аппаратами для коагуляции аэрозолей на Бийской ТЭЦ

Установка ультразвукового оборудования в дымоходе ТЭЦ позволила обеспечить степень очистки отходящего газа до 99,9%.

Таким образом, установлено, что применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности (ультразвуковая коагуляция) является перспективным способом повышения эффективности систем газоочистки. Введение источника ультразвуковых колебаний в традиционную конструкцию циклона позволяет повысить степень очистки запыленного газа до 99,9%.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук и их научных руководителей № МК-383.2008.8. и при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям в рамках федеральной целевой программы «Исследование и разработка по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2012 годы».

1. Физические основы ультразвуковой технологии [Текст] / под ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1969. – 689 с.

2. Application of high intensity air-borne ultrasound for debubbling liquid coating layers [Text] / I. Gonzalez a, J. Rodriguez a, I. Garmendia b, J.A. Gallego-Juarez // Ultrasonics, Elsevier USA, 2006, 44. – P. 529–532.

3. V. N. Khmelev. Research of Ultrasonic Drying Process in Dryers of Ventilation Type [Text] / V. N. Khmelev, I. I. Savin, D. S. Abramenko, S. N. Tsyganok, R. V. Barsukov, D. V. Genne, A. N. Lebedev // Intrnational Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2007: Workshop Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2007.

4. Хмелев В.Н. Акустической коагуляции аэрозолей [Текст] / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2008.– 66 с.

5. Хмелев В.Н.. Ультразвуковая коагуляционная камера для работы в агрессивных средах [Текст] / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К. В. Шалунова // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр./науч.ред.: А.И. Громыко, А.В. Сарафонов; отв. за вып.: А.А. Левицкий. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.– 465 с.

Промышленные вентиляторы и дымососы ОАО «СИБЭНЕРГОМАШ». (Россия)
*Сыромятников Юрий Александрович, и.о. Главного конструктора конструкторского отдела
тягодутьевых машин ОАО «Сибэнергомаш»*

Предприятие «Сибэнергомаш» выпускает широкую номенклатуру оборудования и исторически является ведущим российским производителем. «Сибэнергомаш» специализируется на производстве паровых, водогрейных, энергетических котлов и тягодутьевых машин – вентиляторов и дымососов. Предприятие обеспечивает оборудованием крупные тепловые и атомные электростанции, объекты металлургии, нефтехимии, цементной промышленности и других отраслей.

Начало истории предприятия было положено в годы Второй мировой войны, а именно в 1942 году. В Барнаул из Ленинграда был эвакуирован Невский машиностроительный завод, на базе которого построили «Барнаульский котельный завод», получивший впоследствии наименование «Сибэнергомаш». Спустя два года начался выпуск вентиляторов и дымососов как вспомогательного оборудования к энергетическим котлам.

Сегодня «Сибэнергомаш» – основной поставщик промышленных вентиляторов и дымососов на российский рынок. Предприятие занимает на нем лидирующее положение по показателям технического уровня и качества оборудования.

В настоящее время это производство не связано напрямую с производством котельного оборудования. Потребителями продукции стали практически все отрасли промышленности. При этом энергетика по-прежнему остается одним из основных заказчиков. На период с конца 2008 года доля энергетики составила около 50 %.

Качество продукции «Сибэнергомаш» гарантируют накопленный опыт, современные технические решения и материалы, действующая на предприятии система менеджмента качества, сертифицированная на соответствие требованиям ЕН ИСО 9001:2000 органом по сертификации TUV NORD (Германия) в системе сертификации TUV CERT.

География поставок вентиляторов и дымососов, произведенных на «Сибэнергомаш», помимо России и стран СНГ, охватывает страны Восточной Европы, Африки, Ближнего Востока, Центральной и Юго-Восточной Азии.

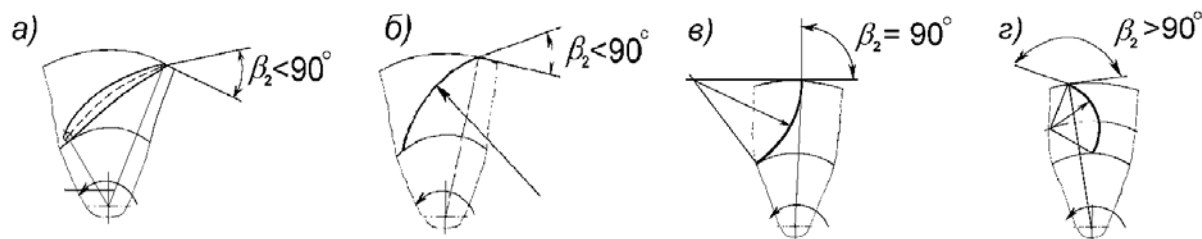
За время работы на рынке энергетического оборудования – более 65 лет – предприятием изготовлено и поставлено уже свыше 45000 вентиляторов и дымососов.

В номенклатуре «Сибэнергомаш» имеется более 160 типов вентиляторов и дымососов для самого различного применения с диаметрами рабочих колес от 1250 до 4300 мм и мощностью от 75 до 5600 кВт. Выпускаемые предприятием вентиляторы и дымососы относятся к классу лопаточных машин, предназначенных для перемещения воздуха и дымовых газов в трактах котлов ТЭС и технологических установок промышленных предприятий.

В зависимости от назначения тягодутьевые машины подразделяются на вентиляторы (подача воздуха, в том числе запыленного) и дымососы (перемещение продуктов сгорания). По своему конструктивному исполнению вентиляторы и дымососы изготавливаются осевыми и радиальными (центробежными). Центробежные машины подразделяются на вентиляторы и дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания. Последние имеют в 1,8–1,9 раза большую производительность. Осевые машины представлены двухступенчатыми дымососами и дутьевыми вентиляторами с диаметрами рабочих колес от 2850 до 4300 мм и новым одноступенчатым дымососом ДО-31,5-600. Основное применение осевые машины находят в энергетике.

Вентиляторы осевые двухступенчатые типа ВДОД и ВДОД-С предназначены для подачи воздуха в топку стационарных паровых котлов паропроизводительностью 1650 т/ч (ВДОД-31,5С) и 2650 т/ч (ВДОД-41-500-І) для энергоблоков единичной мощностью 500 МВт и 800 МВт. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в вентиляторы не должна превышать +100°C.

Рис. №.1



Типы лопаток рабочих колес центробежных вентиляторов (дымососов):

а) – объёмные назад загнутые; б) – листовые назад загнутые; в) – листовые радиально оканчивающиеся; г) – листовые вперед загнутые.

Осевые двухступенчатые дымососы типа ДОД предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью 640...2650 т/ч для энергоблоков мощностью 200, 300, 500 и 800 МВт при остаточной запыленности дымовых газов не более 0,5 г/м³. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать +200°C.

Центробежные вентиляторы и дымососы различаются в основном по типу лопаток рабочих колес. Это обусловлено назначением машин и условиями их работы. Первое, на что следует обратить внимание, – это зависимость от формы лопаток развиваемого вентилятором или дымососом максимального давления при совпадающих значениях окружной скорости на внешнем ободе рабочего колеса.

В ходе модернизации газоочистных установок с увеличением сопротивления тракта особенно актуальной становится проблема недостатка полного давления, развиваемого уже установленными ранее вентиляторами (дымососами). «Сибэнергомаш» имеет опыт решения таких задач и готов осуществить необходимые работы по замене эксплуатируемых машин. При этом зачастую достаточно не замены, а модернизации имеющегося у предприятия оборудования. Например, в современных условиях рекомендуется замена дымососов типа Д и Дх2 на новые высокоэкономичные дымососы ДНх2С, что позволит экономить несколько миллионов рублей в год на одном дымососе. Выполнение этих задач обеспечивают запатентованные разработки геометрии лопаток радиальных рабочих колес, отличающиеся от традиционно применяемых лопаток.

Центробежные дымососы и вентиляторы выполняются в самых различных исполнениях и в зависимости от назначения подразделяются на следующие основные виды:

- основные дымососы, предназначенные для перемещения дымовых газов при температуре до 200-250°C;
- дутьевые вентиляторы, предназначенные для перемещения чистого воздуха при температуре до 100°C;
- вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции, предназначенные для перемещения горячего воздуха или дымовых газов при температуре до 400°C;
- мельничные вентиляторы, работающие при температуре до 200°C в системах приготовления и подачи угольной пыли в топку котлов;
- вентиляторы и дымососы специального назначения (в том числе – коррозионностойкие), предназначенные для использования в технологических линиях промышленных предприятий в диапазоне температур 20... 400°C.

Центробежные дымососы двухстороннего всасывания типа ДНх2 предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 480 т/ч при остаточной запыленности дымовых газов не более 2 г/м³. Допускается применение дымососов в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м³, по абразивности и склонности к налипанию не отличающимися от золы дымовых газов. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать +250°C.

Высоконапорные центробежные дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания типа ДН-Ф и ДНх2Ф предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 480 т/ч с повышенным сопротивлением дымового тракта. Кроме того, дымососы применяются в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м³, по абразивности не отличающимися от золы дымовых газов. Рекомендуется применение дымососов типа ДН-Ф и ДНх2Ф взамен других типов машин для перемещения сред, содержащих примеси, склонные к налипанию на лопатки рабочих колес. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать +250°C.

Высоконапорные центробежные дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания типа Д и Дх2 предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 640 т/ч. Машины также применяются в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м³, по абразивности не отличающимися от золы дымовых газов. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать +250°C.

Центробежные вентиляторы одностороннего всасывания типа ВДН и двухстороннего всасывания типа ВДНх2 предназначены для подачи воздуха в топку стационарных паровых котлов паропроизводительностью от 160 до 2650 т/ч. Допускается применение вентиляторов в технологических установках для перемещения чистого воздуха. Максимально допустимая температура воздуха на входе в вентиляторы не должна превышать +100°C. Отличительной особенностью этих вентиляторов являются объёмы назад загнутые лопатки. КПД таких вентиляторов достигает 87-89%.

Вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции используются в системах сушки и приготовления топлива, в системах рециркуляции дымовых газов в котельных агрегатах, в технологических линиях металлургических и других производств. Максимальная температура среды на входе в вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции не должна превышать 400°C. Исключение составляют: ВГД-22SD ($t_{\max} = 250^\circ\text{C}$), ДРГ-19,5 и ДРГ-19,5Ф ($t_{\max} = 420^\circ\text{C}$), ВГДН-17БФ ($t_{\max} = 480^\circ\text{C}$).

Мельничные вентиляторы одностороннего всасывания типа ВМ, ВМ-Дл, ВМ-І и ВВСМ предназначены для пневматической транспортировки угольной пыли в системах пылеприготовления на котлах, работающих на твердом топливе. Эти вентиляторы создают высокое давление и подвержены интенсивному абразивному воздействию угольной пыли. Поэтому в конструкции рабочих колёс имеются дополнительные лопатки, уменьшающие максимальный локальный износ, или наплавка лопаток твёрдым сплавом.

В широкой номенклатуре «Сибэнергомаш» существует целый ряд специальных вентиляторов и дымососов, отвечающих специфическим условиям установок металлургии, энергетики, химической промышленности и производства строительных материалов:

- дымососы Д-27,5х2К – для отсоса газов от укрытий желобов чугуна и шлака литейного двора доменной печи;
- запечные дымососы ДЦ-25х2К, ДЦ-32,5х2 – к печным агрегатам производства цементного клинкера по сухому способу;
- дымососы ДРЦ-21х2К – для отсоса отходящих газов из вращающихся печей производства цементного клинкера.
- дымососы ДА-20х2УК и ДА-26х2М – для отсоса запыленных дымовых газов от вращающихся печей алюминиевой промышленности и для охлаждения агломерата в охладителях аглофабрик.
- дымососы ДН-15КНЖ, ДН-17БКНЖ, ДН-19БКНЖ, ДН-24НЖ – центробежные одностороннего всасывания, предназначенные для отсоса агрессивных газов в установках черной и цветной металлургии;
- и другие агрегаты, информацию по которым можно получить у представителей завода.

Помимо отмеченных выше типов машин, «Сибэнергомаш» изготавливает все типы энергетических вентиляторов и дымососов для котлов производительностью от 35 тонн пара/ч и выше, включая комплекты машин для энергоблоков с единичной мощностью 200, 300, 500, 800 и 1200 МВт, цементных печей производительностью 5000 тыс.т/сутки цементного клинкера.

Конструкторы инженерного центра осуществляют полный цикл разработки вентиляторов и дымососов, включая исследования в области аэродинамики, акустики и конструктивной прочности. При разработке новых машин обеспечивается полное выполнение требований по их надежности и долговечности, включая стойкость конструкции к коррозионному и абразивному износу и противодействие образованию отложений пыли в проточной части. Каждая разработка выполняется с помощью новейших САД- и САЕ-систем (Computer-Aided Design, Computer-Aided Engineering).

По наиболее важному из показателей – экономичности (КПД) – вентиляторы и дымососы производства «Сибэнергомаш» соответствуют лучшим образцам мирового вентиляторостроения. Их КПД (всей проточной части, включая рабочее колесо) достигает 89%.

При подборе вентилятора (дымососа) под параметры задания «Сибэнергомаш» не ограничивается номенклатурой серийной продукции. Заказчик имеет возможность получить уникальное оборудование, выполненное по индивидуальному заказу. Такое оборудование будет максимально адаптировано к условиям эксплуатации и обеспечит высокую экономическую эффективность производства. Оптимизация параметров и адаптация их к заданным условиям эксплуатации в каждом конкретном случае производится на основе технических и экономических критериев с учетом особенностей взаимодействия всех элементов в производственном процессе. Исходя из этих условий, «Сибэнергомаш» может предложить потребителям новые вентиляторы и дымососы с улучшенными технико-экономическими показателями. Применение этих машин позволяет:

- снизить затраты электроэнергии на привод;
- повысить стойкость к абразивному или коррозионному износу;
- уменьшить вероятность отложений перемещаемых воздушным или газовым потоком веществ в проточной части.

Принятая в «Сибэнергомаш» технология изготовления вентиляторов предусматривает точный раскрой заготовок, холодную и горячую штамповку элементов проточной части, применение специальных приспособлений при сборке и сварке. В производстве имеется целый комплекс оборудования, включающего машины плазменной резки, металлорежущие станки с числовым программным управлением и свыше 800 единиц штамповой оснастки. Все машины, включая самые крупные из выпускаемых типоразмеров, проходят статическую и динамическую балансировку на специальных балансировочных станках. В процессе производства предусмотрен ряд контрольных операций, включающих обязательный входной контроль поступающих материалов и комплектующих изделий и неразрушающий контроль сварных соединений. На заключительном этапе каждая из выпускаемых машин проходит прямо-сдаточные испытания, в процессе которых осуществляется контроль вибрационного и теплового состояния подшипниковых узлов ходовой части при максимальной частоте вращения ротора.

Имеющаяся возможность проводить термообработку готовых рабочих колёс позволяет применять сравнительно недорогие теплоустойчивые стали для машин, перемещающих неагрессивные газы с температурой 400°С, вместо применяемых другими производителями дорогих аустенитных сталей типа X18N10T, не требующих послесварочной термообработки.

В настоящее время все вентиляторы и дымососы производства «Сибэнергомаш» комплектуются шведскими подшипниковыми узлами SKF и FAG. При этом в большинстве машин применяется консистентная смазка подшипников, не требующая подвода охлаждающей воды, что экономит значительные средства при эксплуатации. Ресурс подшипниковых узлов при этом вырос и составляет не менее 200 тысяч часов.

Для обеспечения надежной работы вентилятора в процессе эксплуатации важно не только его качество, но и то, насколько проведенный монтаж соответствует требованиям завода-изготовителя к монтажу оборудования. Сборка вентилятора – сложная и ответственная работа с проведением целой серии замеров. Для ее проведения требуются опытные высококвалифицированные специалисты и современные высокоточные электронные приборы.

Как показывает практика, часто экономия на квалифицированном монтаже приводит к последующим, во много раз превосходящим эту экономию, расходам на ремонт или, в худшем случае, замену оборудования. Во избежание этой проблемы «Сибэнергомаш» предлагает два варианта действий. Первый вариант – приглашение представителя завода-изготовителя для контроля над процессом приемки, монтажа и пуска машины в эксплуатацию. Услугу проведения шеф-монтажа предлагает для своих клиентов «Сибэнергомаш».

Существует и альтернативное шеф-монтажу решение. Так, для исключения сборки и выставления с заданной соосностью ходовой части и двигателя рекомендуется применение центробежных машин одностороннего всасывания, выполненных на одном основании и поставленных на площадку монтажа в таком виде. Применение этого решения экономит время и средства на заказ услуг шеф-инженера, однако такой вариант возможен только для машин с диаметром рабочих колес до 2400 мм (ограничения по габаритам железнодорожной платформы).

Кроме того, «Сибэнергомаш» может поставить вентиляторы и дымососы на виброосновании, рассчитанные на установку на перекрытие.

По желанию заказчика в комплект поставки могут быть включены датчики контроля температуры и вибрации для включения в состав АСУ ТП технологической линии. Кроме того, в комплект поставки может входить исполнительный механизм направляющего аппарата, устройство плавного пуска или частотный преобразователь, запасные части на оговоренный период эксплуатации и другие опции.

Как упоминалось выше, в целях уменьшения износа в рабочих колесах применяются дополнительные лопатки, наплавка лопаток твердым сплавом. Для двухсторонних машин весьма эффективно применение «пилообразного» основного диска. Крыльчатки с такими дисками применяются на дымососах ДН-38х2, ДН-22х2-0,62 и ДН-24х2-0,62.

За 65 лет деятельности у завода «Сибэнергомаш» сложились партнерские отношения со многими предприятиями как в России, так и за рубежом. На сегодняшний день можно назвать несколько десятков постоянных партнеров из разных отраслей промышленности. Только за последние три года «Сибэнергомаш» поставил крупные партии вентиляторов и дымососов на следующие предприятия:

- ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» – 30 машин,
- ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» – 16 машин,
- ОАО «Казцинк» – 10 машин,
- ОАО «Северсталь» – 8 машин,
- ОАО «Лебединский ГОК» – 5 машин,
- государственные районные электростанции (ГРЭС) – 3 машины,
- территориальные генерирующие компании – 10 машин.

«Сибэнергомаш» успешно сотрудничает с отраслевыми проектными институтами, в числе которых ОАО «Уралцветметгазоочистка», ЗАО «Спейс-Мотор», ОАО «Гипрогазоочистка», ОАО «Специальное конструкторское бюро котлостроения», ОАО «СибВАМИ», ЗАО «Финго инжиниринг», ОАО «Укрхимпроект», ЗАО «Калугин», «ЭМАльянс» и другие. В рамках совместной работы над проектами было разработано и поставлено оборудование для ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод», ОАО «Евроцемент», ОАО «Уралцемент», ОАО «Аммофос», ОАО «РУСАЛ», объектов энергетики России и Республики Казахстан.

За период времени с начала 2008 года и по сей день предприятием «Сибэнергомаш» разработано 37 проектов вентиляторов и дымососов. В 34 из них применены новые ходовые части с высококачественными импортными комплектующими, в том числе 3 разработаны для эксплуатации в тропическом климате (Гвинея). В 7 проектах разработаны новые развороты установки всасывающих карманов и улиток. С 2008 года в проектах машин применяется полосовое оребрение с целью унификации сортамента производства.

Наиболее яркие проекты «Сибэнергомаш», реализованные в 2008 году:

- Дымосос Д-12,7КГМ, разработанный для поставки в Мьянму. Сложность проекта заключалась в том, что места для крепления улитки дымососа было недостаточно. Решить эту проблему удалось с помощью специального компоновочного варианта – дымосос был спроектирован на единой раме, к которой на специальных креплениях подвешивалась улитка.

- Вентилятор **ВДН-18ФК** с повышенным напором и новый типоразмер дымососа **ДРГ-17К** для перемещения газов до 400°C, спроектированные для ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат».
- Дымосос **ДН-22К-0,93** и вентилятор **ВДН-17БФК**, спроектированные и изготовленные по запросу ОАО «Кондопога». Конструкция дымососа рассчитана на сохранение производительности на уровне подобных машин при пониженном полном давлении. Вентилятор, наоборот, предусматривает повышение полного давления в сравнении с его аналогом. Рис. №.2
- Дымосос **ДН-24х2-0,62СК** для ТГК-11 (Омский Филиал). Это перспективная модель оборудования – новая конструкция выполнена из износостойкой стали, без наплавки на рабочие поверхности лопаток, пилообразный диск уменьшает металлоемкость оборудования, увеличивая при этом срок его эксплуатации.

Технологическая возможность изготавливать новые модели вентиляторов и дымососов появилась у «Сибэнергомаш» в связи с модернизацией производства и внедрением высокоэффективных компьютерных программ. С их помощью конструкторы могут быстрее просчитать прочностные свойства машин.



Оборудование WAMGROUP® для сыпучих материалов. (WAMGROUP, Италия)

*Сорокотягин Дмитрий Владимирович, Менеджер по продажам
WAMGROUP (Италия), ООО В.А.М.-Москва,*

История WAMGROUP началась в 1969 году с мастерской по изготовлению шнековых конвейеров, которая в дальнейшем была преобразована в компанию WAM. За время развития в состав группы компаний вошли крупнейшие итальянские заводы, специализирующиеся на производстве оборудования для работы с сыпучими материалами. В настоящее время большинство из них занимают лидирующие позиции в своих направлениях. Это производство транспортного, смесительного, вибрационного, фильтровального и дозирующего оборудования. Всего в состав WAMGROUP входят 9 заводов в Италии и 11 по всему миру, компания имеет представительства в более чем 40 странах.

При работе с сыпучими продуктами необходимо обращать внимание на многие его характеристики, среди них особо важными для оборудования являются:

- Насыпная плотность
- Абразивность
- Уплотняемость
- Гигроскопичность
- Сыпучесть
- Размер частиц
- Коррозионность
- Взрывоопасность
- Температура продукта

Если какое-то из этих свойств продукта является ярко выраженным, это обязательно нужно учитывать при выборе и эксплуатации оборудования. Кроме того существенное влияние оказывает условия и режим работы. Наш опыт - это более шестисот наименований сыпучих материалов, к каждому из которых, мы предлагаем надёжные и эффективные решения.

Шнековые конвейеры и питатели остаются одним из ключевых продуктов WAMGROUP и в настоящее время мы производим более 20 видов шнеков для многих отраслей промышленности. Наша компания имеет десятки патентов на различные узлы конвейеров и многие из современных конструктивных решений в этой области были придуманы и впервые внедрены в компании WAM. В пылегазоочистке шнеки - это наиболее популярное средство транспортировки уловленной пыли. Системы очистки воздуха используются во многих отраслях промышленности, следовательно, у различных материалов совершенно разные характеристики и в основном уловленная пыль имеет очень мелкую фракцию. Всё это предъявляет широкий спектр требований к транспортному оборудованию. Кроме того на многих производствах шнековые конвейеры, как и сами фильтры работают 24 часа в сутки и любая их неисправность может повлечь за собой дорогостоящие простои, что также требует максимальной долговечности и надёжности всех узлов транспорта.

Основную линейку составляют трубные и лотковые шнеки диаметром от 100 до 600мм.(до 2000мм по специальному заказу) и длиной до 30 метров.

Большой выбор мотор-редукторов собственного производства рассчитанных на тяжёлые условия эксплуатации и транспортировку продуктов с высокой насыпной плотностью, которые также могут быть укомплектованы муфтой, цепной или ленточной трансмиссией и обеспечивать скорость вращения шнека от 9 до 300 оборотов в минуту.



Широкая линейка уплотнений, концевых и промежуточных опор позволяет учитывать различные особенности материалов. Например: уплотнения с подачей масла или воздуха для абразивных и мелких продуктов, высокотемпературные уплотнения, опоры для тяжёлых условий работы и т.д.



В зависимости от условий работы изготавливается и спираль шнека. У питателей используется уменьшенный шаг винта или коническая спираль в загрузочной части для снижения наполняемости и облегчения старта. Специальное покрытие E-RAU применяется для транспортировки абразивных продуктов, для этой же цели служит спираль увеличенной толщины из стали HARDOX. Все спирали в шнеках WAM цельнотянутые и хорошо сбалансированы, что вместе с идеальной центровкой опор обеспечивает высокую надёжность и возможность использования шнека на высоких скоростях.



Шнековые конвейеры WAM могут изготавливаться из нержавеющей стали и в версии АTEX.

При работе с сыпучими материалами актуальной проблемой является эффективное и контролируемое извлечение материала из силоса или бункера. В зависимости от характеристик продукта, конструкции бункера и материала из которого он изготовлен, возможно налипание продукта на стенки, образование свода или «крысиной норы».

Компания WAMGROUP, основываясь на сорокалетнем опыте работы с сыпучими материалами, предлагает несколько решений для их эффективного и контролируемого извлечения. Самым востребованным устройством для выгрузки труднотекучих продуктов из силоса является виброднище. Оно представляет собой конус, который крепится к нижней части силоса на амортизаторах. Несколько электрических вибраторов приводят его в круговое движение и, таким образом вибрация передаётся на продукт, без сотрясения самого силоса. Герметичное уплотнение между силосом и виброднищем исключает просыпание продукта.



Для эффективной работы диаметр виброднища должен подбираться, исходя из характеристик материала обычно он составляет от $1/3$ до $3/4$ диаметра силоса. Также в соответствии с текучестью продукта выбирается угол наклона дефлектора, а количество амортизаторов зависит от диаметра конуса и насыпной плотности продукта.

Виброднища серии ВА имеют ряд преимуществ:

- Корпус выполнен без сварных швов, что обеспечивает превосходную надёжность конструкции
- Электровибраторы, производства компании OLI, имеют двухлетнюю гарантию
- Специальная конструкция амортизаторов позволяет вращаться виброднищу на 360 градусов, что повышает эффективность извлечения продукта
- Диаметр корпуса от 400 до 3000 мм, то есть могут быть установлены на силос диаметром 5-6 метров!

Отдельно хотелось бы остановиться на виброаэраторах серии VB, которые являются экономичным и высокоэффективным решением при работе с любыми сыпучими материалами.

Несколько виброаэраторов устанавливаются изнутри на стенку бункера и присоединяются к пневмолинии. При подаче воздуха давлением от 2 до 6 бар вдоль стенки вокруг них образуется «пневмоподушка» радиусом до 1 метра и одновременно корпус из полимера создаёт небольшую вибрацию, которая воздействует на продукт, а не стенки силоса. Виброаэраторы включаются периодически на несколько секунд при выгрузке продукта, таким образом суммарный расход воздуха очень небольшой. Для наибольшего эффекта VB монтируются по периметру и на разных уровнях, их количество зависит от размеров силоса или воронки.

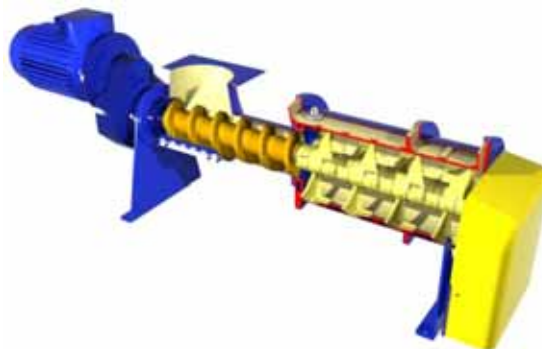
Кроме этого WAMGROUP производит широкий спектр электрических и пневматических вибраторов, пневмомолотков, пневмопушек и пластин аэрации, которые показывают свою эффективность как отдельно, так и совместно с другим оборудованием.

Для решения проблем отгрузки пыли WAMGROUP предлагает телескопический загрузчик BELLOJET и увлажнитель пыли DUSTFIX.

Телескопический загрузчик имеет встроенный фильтр или выход для внешней аспирации. Пыль, возникающая при загрузке материала, всасывается через полость между внешней и внутренней гофрой и после фильтрации сбрасывается обратно в вагон. Гофра состоит из двух материалов неопрен и хайпалон. Внешний (хайпалон) устойчив к условиям окружающей среды, а внутренний (неопрен) к абразивному износу. Для работы с высокотемпературными материалами (до 180 градусов) гофра изготавливается из кевлара. Внутренние стальные конусы защищают от износа гофру, для высокоабразивных материалов используются конусы из стали HARDOX толщиной 4 мм.

Покрытие внешнего конуса изготовлено из полимера SINT и благодаря этому герметично соединяется с люком. Дополнительный внутренний конус закрывает выход при поднятии загрузчика, что позволяет избежать пыления при движении устройства. Автоматическая система управления полностью контролирует работу загрузчика, например: при проседании цементовоза под тяжестью материала датчик натяжения тросов выдаёт сигнал на опускание загрузчика, таким образом, исключается зазор между внешним конусом и люком. Загрузчик производится в версиях из нержавеющей стали, АТЕХ, для открытого или закрытого автомобильного транспорта, а также для вагонов. В качестве опции он комплектуется разбрасывателем, для максимального заполнения.

DUSTFIX позволяет выгружать увлажнённую пыль в открытый транспорт или, например, на ленточный конвейер. Он широко применяется для удаления золы, металлургической керамической пыли, на асфальтовых заводах и других отраслях. DUSTFIX представляет собой смеситель с производительностью до 40 м³/час, в который пыль из бункера подаётся питающим шнеком и смешивается с водой в смесительной камере. Его съёмный внутренний кожух состоит из износостойчивого полимера SINT, который предназначен для работы с абразивными материалами. Сменный вал выполнен также из SINT, в качестве опции, используются чугунные лопатки. В такой версии увлажнитель для керамической пыли может проработать более 2500 часов без замены внутренних элементов.



Шлюзовые затворы новой конструкции – инвестиции в надежность. (МП Техприбор, ООО Энергия, Россия)

*Липилин Александр Борисович, Генеральный директор
Векслер Максим Владимирович, Технический директор
МП Техприбор, ООО “Энергия”*

Уважаемые участники второй международной конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009»! Сегодня я хотел бы представить Вашему вниманию продукцию машиностроительного предприятия «ТЕХПРИБОР» города Щекино Тульской области.

Наш завод производит дробильно-размольное оборудование, а так же винтовые конвейеры и шлюзовые затворы. Именно на последних я хотел бы остановиться более подробно (рис. 1).



Большинство современных промышленных систем очистки воздуха от твердых включений имеют в своем составе автоматически действующие герметичные затворы, разгрузители, клапаны и тому подобные устройства. При этом «БАРЬЕР-ГЕРМЕТИК» шлюзовые затворы используются наиболее широко, что объясняется простотой их конструкции, автономностью и

относительной надежностью.

Рис. 1 - Шлюзовые затворы

Однако механическая надежность скажем узла привода или ячеякового ротора еще не гарантирует стабильность выполнения затвором своего основного назначения. Увеличение зазоров в паре корпус- ротор приводит к потере герметичности узла, а появившиеся неучтенные подсосы воздуха снижают эффективность работы циклонов. Особенно неприятно то, что из-за проблем со шлюзовым затвором эффективность пылеочистки снижается не резко, тогда бы источник неприятностей мог бы быть легко обнаружен, а постепенно, без резких ухудшений. Негерметичный шлюзовой затвор продолжает вроде бы нормально функционировать и зачастую его замена или ремонт – это последний шаг в попытках восстановить прежние параметры работы пневмосистемы, когда все остальные способы не принесли желаемых результатов.

Насколько же опасны «паразитные» подсосы воздуха демонстрирует опыт наших заказчиков (рис. 2).

Как видите, только за счет замены шлюзовых затворов унос золы с дымовыми газами сократился приблизительно на 20%. Это достаточно значительная цифра, а значит пренебрегать таким потенциалом повышения эффективности пылеочистки нельзя.

Вместе с тем в самой конструкции «классического» шлюзового затвора уже заложены неустраняемые проблемы, а требования, предъявляемые к его узлам и деталям весьма противоречивы. Ведь нужна не только герметичность, но и максимально продолжительный срок ее сохранения.

Для того чтобы добиться герметичности, зазоры между лопатками ячеякового ротора и корпусом затвора должны быть минимальны, однако в процессе работы зазоры постоянно изменяются за счет абразивного воздействия перемещаемого материала, причем чем эти зазоры первоначально меньше тем быстрее происходит их увеличение. Поэтому шлюзовой затвор это всегда некоторый компромисс между герметичностью, сроком службы и что немаловажно стоимостью, ведь изготовить такие габаритные сопрягаемые детали с минимальными допусками непросто. Повышенные требования к точности изготовления с одной стороны объясняют относительно высокую стоимость



шлюзовых затворов, а с другой стороны исключает их восстановление, если изношена внутренняя поверхность корпуса.

В борьбе за ресурс и упрощение технологии изготовления многими производителями шлюзовых затворов используется схема комбинированных роторов, когда на металлические лопасти устанавливаются эластичные элементы, в основном резиновые. Если не брать в расчет большую долю ручного труда и низкую точность изготовления комбинированных роторов то на перемещении малоабразивной пыли они вполне годятся, но на более твердых материалах сроки сохранения герметичности таких затворов также не велики.

Решением проблемы мог бы стать ротор шлюзового затвора, который по мере своего естественного износа самостоятельно восстанавливал бы необходимые зазоры, сохраняя герметичность весь срок службы. Ротор такого затвора должен быть дешев, технологичен, а его замена по возможности максимально проста. Сегодня эта задача успешно решена, такой ротор создан.

Когда мы наладили выпуск шлюзовых затворов с жесткими пластинами ротора, специалисты нашего предприятия естественно столкнулись и с их обратной стороной (медали). Это и быстрая потеря герметичности при работе с абразивными материалами и заклинивание и высокая себестоимость изготовления, и малая ремонтпригодность. При этом по сравнению с аналогами наши шлюзовые затворы выглядели очень достойно, но было совершенно очевидно что «видовые» проблемы не могут быть разрешены без глубокой переработки конструкции затвора, а также пересмотра используемых материалов. В частности ячейковый ротор нового затвора был изготовлен методом высокоточного литья из полиуретана.

На сегодняшний день именно полиуретан является одним из наиболее износостойких эластичных материалов с превосходной способностью обратной деформации или «памяти» о первоначальной форме. Благодаря своим уникальным свойствам изделия из полиуретана все чаще замещают в технике не только резину, но и металлы. Там где требуется высокая износостойкость, прочность, эластичность полиуретан является практически безальтернативным материалом. Сита для виброгрохотов, защитные износостойкие покрытия, валы и ролики, манжеты и уплотнения - все это далеко не полный перечень изделий из абразивостойкого эластомера - полиуретана. Благодаря разработкам машиностроительного предприятия «ТЕХПРИБОР», к этому списку может быть добавлен ячейковый ротор шлюзового затвора модели «БАРЬЕР - ГЕРМЕТИК».

При создании нового затвора мы постарались учесть все те проблемы, с которыми сталкивается потребитель при эксплуатации герметичных выпусков. Для этого был использован целый ряд оригинальных технических решений, направленных на улучшение эксплуатационных свойств шлюзовиков, повышение их надежности и долговечности. Я перечислю только основные отличия наших затворов от «классических» аналогов:

Как я говорил раньше, износостойкий полиуретан материал эластичный. При запрессовке ячейкового ротора в корпус затвора разделительные лопасти отгибаются назад (относительно направления вращения ротора). Благодаря хорошей «памяти» полиуретана и его способности к обратной деформации, по мере износа лопасти ротора постепенно распрямляются, обеспечивая постоянную силу прижима, а значит и герметичность затвора. Даже когда полиуретан износиться настолько, что лопасти ротора полностью распрямятся, мы получим аналог обычного шлюзового затвора с минимальным зазором пары ротор-корпус (Рис. 3). Все то-время, пока лопасти загнуты, герметичность затвора поддерживается автоматически без дополнительных регулировок.



Рис. 3



Не секрет, что некоторые производители шлюзовиков в погоне за снижением себестоимости производства, используют узлы, в которых подшипники и уплотнительные элементы находятся в едином корпусе. На практике такое решение оборачиваются частыми ремонтами. Подшипниковые узлы, конструкция которых не обеспечивает возможность визуального контроля состояния уплотнительных элементов, в условиях реального производства обречены на периодические поломки, вызванные попаданием перемещаемого материала в подшипники. В своих затворах мы используем оригинальную схему вынесенных опор (Рис. 4).

Рис. 4

Если герметичность уплотнительного элемента нарушена, перемещаемый материал свободно высыпается из корпуса, а не попадает в подшипники. Пыление или скопление материала можно легко обнаружить даже при беглом осмотре затвора и своевременно поменять уплотнительный элемент не дожидаясь, когда разрушится подшипник. Казалось бы, простое техническое решение, но какая экономия времени, денег и сил!

Несмотря на то, что полиуретан обладает высоким сопротивлением к истиранию и низким коэффициентом трения, работая с абразивными материалами, он естественно изнашивается. Конечно, по сравнению с другими конструкциями эластичный ротор, благодаря распрямляющимся лопастям, служит дольше, но однажды приходит момент, когда ротор подлежит замене, и вот здесь проявляется еще одно важное преимущество новой конструкции.

Роторы обычных шлюзовых затворов отливают из стали, с последующей обработкой на металлорежущих станках. Допуски на обработку при этом минимальны, иначе невозможно добиться герметичности. Сложность изготовления диктует и высокую стоимость такого



Рис. 5 - Затраты времени на восстановление затвора ротора.

Иное дело, если изделие получено методом высокоточного литья, а его доработка вовсе не требуется. Благодаря эластичным лопастям ротора, герметичность нового затвора выше, чем у аналогов со стальными роторами. В результате, при большем ресурсе, стоимость сменного полиуретанового ротора относительно невелика, а его замена не вызывает каких-либо затруднений. Нужно только вынуть из корпуса старый ротор, загнуть лопасти нового и установить его на прежнее место. Таким образом, литой полиуретановый ротор - это не только долгий срок эксплуатации и герметичность, но также недорогие расходники и минимальная трудоемкость замены (Рис. 5).

Для наиболее эффективного использования оборудования в различных технологических процессах специалисты предприятия «ТЕХПРИБОР» готовы оказать техническую поддержку, провести консультации, разработать оригинальные узлы и детали.

Разработка и внедрение дымовых труб и газоочистного оборудования из полимерных конструкционных материалов. (ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг», Россия)

*Любановский Валерий Давыдович, Главный инженер проекта, Начальник отдела
антикоррозионной защиты ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг»*

Важное место в деятельности ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» занимает конструирование технологического оборудования, газоходов, трубопроводов из конструкционных полимерных материалов, а также проектирование вытяжных башен, предназначенных для удаления вредных и агрессивных газов с газоотводящими стволами из полимерных материалов.

С учётом указанного, совершенствование структуры конструкционных материалов имеет исключительное значение и дает большой экономический эффект при строительстве производств, эксплуатируемых в условиях воздействия высокоагрессивных сред и в первую очередь предприятий черной и цветной металлургии.

Антикоррозионная защита технологического оборудования и газоходов в этих производствах традиционно выполнялась и в значительном объеме выполняется и в настоящее время в виде различных футеровок штучными кислотоупорными материалами в сочетании с непроницаемым подслоем из рулонных (полиизобутилен, гуммировка и т.д.) или латексных химстойких материалов. Недостатком таких антикоррозионных покрытий являются значительная их толщина, сокращающая полезный объем аппаратов, высокая материалоемкость (до 300 кг на 1 м² покрытия), вызывающая дополнительные расходы на усиление строительных конструкций.

Футеровочные работы трудоемки и практически не поддаются механизации, время необходимое на их ремонт в большинстве случаев превышает сроки плановых остановов предприятий. Оборудование, газоходы и газоотводящие стволы вытяжных башен нередко изготавливают из остродефицитных коррозионностойких сталей.

Анализ показывает, что применение полимерных материалов для изготовления конструкций, подвергающихся воздействию сильноагрессивных сред – один из наиболее эффективных путей повышения работоспособности этих конструкций и снижения потерь от коррозии.

Внедрение 1 т конструкционных полимерных материалов дает экономический эффект приблизительно от 30 до 50 тыс. руб.

Поэтому изготовление газоходов, газоотводящих стволов вытяжных башен и газоочистного оборудования из химически стойких полимерных материалов является наиболее перспективным путем сокращения материалоемкости конструкций, а также экономии коррозионностойких сталей при увеличении срока их безремонтной эксплуатации.

Основными видами слоистых пластиков, применяемых нами при проектировании являются: стеклопластики, бипластмассы (термопласт + стеклопластик), углестеклопластик, слоистые пластики на основе фаолита (текстфаолит, стеклофаолит, углестеклофаолит,).

Принципиальный подход к выбору полимерного материала заключается в разработке специальной структуры слоистого пластика с учетом условий эксплуатации конструкции в целом, т.е. температуры и состава как жидкой агрессивной среды, так и транспортируемых агрессивных газов, наличия давления или разрежения, габаритов конструкции или аппарата и технологии изготовления, физико-механических свойств материалов, объединенных в единую структуру, как слоистый пластик.

При проектировании конструкционный химстойкий полимерный материал рассматривается как слоистый пластик специальной структуры с разделением по слоям:

- плакирующий (гелькоут слой или защитный) – обладающий высокой химической стойкостью к агрессивной среде;
- конструкционный (несущий) слой – обеспечивает несущую способность в целом, имеющий достаточные прочностные свойства, химстойкость этого слоя не является определяющей при выборе материала;
- огнезащитный слой – дополнительное покрытие огнезащитным составом, обеспечивающим перевод слоистого пластика в трудногорючий полимерный материал;
- декоративный – лакокрасочный слой, при необходимости, по специальным требованиям, например, для дневной маркировки газоотводящих стволов в соответствии с требованиями в гражданской авиации.

В нашей практике в основном широко используется два вида конструкционных полимерных материала – это различные виды стеклопластиков и фаолит марок «В» и «Т».

Стеклопластик – армирующие стеклоткани, стеклосетки, стеклоровинги, стекломаты, пропитанные различными химстойкими смолами.

Фаолит – кислотоупорная пластическая масса, получаемая на основе фенолформальдегидной смолы и кислотоупорного наполнителя. В качестве наполнителя используется тальк, графит и соответственно фаолит выпускается 2-х марок: «В» и «Т».

Отвержденный фаолит обладает высокой химической стойкостью к кислым средам, кроме азотной и совершенно нестойк к щелочным и окислительным средам.

Фаолит отличается высоким температурным пределом применения. В настоящее время разработаны режимы полимеризации изделий из фаолита, позволившие повысить теплостойкость до 200⁰ С.

Если раньше применение стеклопластиков сдерживалось из-за ограниченного ассортимента на нашем рынке специальных связующих (смол), стойких в высокоагрессивных средах и повышенных свыше 80⁰ С температурах, то в настоящее время мы имеем широкую номенклатуру материалов (смол) для использования в качестве

связующего при формировании стеклопластиков, стойких до 160⁰ С в высокоагрессивных средах.

Технология изготовления изделий из стеклопластика включает два основных метода – механизированной намотки и контактного ручного формования. Механизированным способом, как правило, изготавливаются изделия цилиндрической формы путем намотки стеклоармирующих материалов (стеклоткань, стеклоровинг, стеклосетка, стекломат, вуаль и т.д.), пропитанные специальными смолами.

Изделия сложной формы изготавливаются путем контактного ручного формования на специально изготовленной индивидуальной оправке.

Формование изделий из фаолита производится на специальной оснастке из листов фаолита толщиной 5;10;20 мм. В зависимости от оснастки возможно формование изделий любой конфигурации, но, к сожалению, ручным способом.

ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

По сравнению с традиционными конструкционными материалами слоистые химстойкие пластики обладают следующими преимуществами:

- малый вес- позволяет значительно снизить массу оборудования и газоотводящих стволов, уменьшить нагрузки на фундаменты и для их монтажа не требуется применения механизмов большой мощности;
- высокая удельная механическая прочность;
- низкий модуль упругости в сочетании с коэффициентом линейного расширения позволяет исключить из конструкций применение компенсирующих устройств;
- способность работать в условиях низких и высоких температур и давлений;
- сравнительно низкая теплопроводность материала – уменьшает перепад температур между наружной и внутренней стенкой и, как следствие, уменьшает количество конденсата и, как правило, исключает необходимость устройства теплоизоляции;
- отсутствие электролитической коррозии;
- высокая коррозионная стойкость, сравнительная стойкость к абразивному износу;
- высокая атмосферостойкость наряду с высокой химстойкостью в агрессивных средах;
- долговечность эксплуатации в различных климатических зонах свыше 20 лет;
- простота монтажа;
- обладает ценным свойством сочетаться с разнообразными материалами, химически стойкими, термопластами, возможно дублирование пропитанных связующими стеклотканей с полиэтиленом, полипропиленом, различными резиновыми смесями, образуя таким образом новую структуру слоистого пластика, называемого бипластмассой. Имеется широкий опыт применения бипластмасс;
- высокая ремонтпригодность. Ремонтно-восстановительные работы могут осуществляться на месте эксплуатации, не требует специального оборудования и, как правило, заключаются в восстановлении поврежденных мест методом приклейки материалов холодного отверждения.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫТЯЖНЫХ БАШЕН С ГАЗООТВОДЯЩИМИ СТОЛАМИ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

В составе проектной документации решаются следующие вопросы:

1. Наиболее рациональные объемно-планировочные решения вытяжных башен-труб в т.ч. несущего каркаса-башни, расположение газоотводящих стволов.

2. Конструкция несущего стального каркаса-башни (профили элементов, форма поперечного сечения – в основном предусматриваются трех, четырех и шестигранные башни в зависимости от количества располагаемых в одной башне газоотводящих стволов).

3. Выбор полимерного материала газоотводящего ствола.

Он диктуется требованиями химической стойкости при заданных температурах в условиях постоянного повышения концентрации агрессивных сред в конденсате за счет пленочной абсорбции, пожарно- и электростатической безопасности, работоспособности в зависимости от климатических зон (морозостойкость и устойчивость против солнечной радиации).

При разработке конструкции полимерного слоистого материала для изготовления крупногабаритных изделий необходимо также учитывать масштабный фактор.

Существенным показателем для таких изделий является жесткость, которая обычно, как и непроницаемость, реализуется за счет инженерных решений (расчетного повышения толщин изделия, введения дополнительных ребер жесткости и т.п.)

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ГАЗООТВОДЯЩЕГО СТВОЛА.

Конструкция должна отвечать требованиям технологичности при монтаже, ремонтоспособности, прочности и жесткости для восприятия эксплуатационных и монтажных нагрузок.

При этом решается конструкция узлов независимой подвески отдельных царг к несущему каркасу, обеспечивая наиболее благоприятные по нагрузкам условия работы элементов газоотводящего ствола (как правило, соединение раструбное), обеспечивающее одновременно герметичность этого соединения и возможность осевых вертикальных перемещений (раструбы заполняются специальными химстойкими герметиками), возникающих за счет большой разницы коэффициентов линейного расширения стали и полимерного материала. Фото № 1, 2 (трехствольная труба из фаолита для АЦБК).



Фото № 1. Трёхствольная труба из фаолита в смонтированном виде.



Фото № 2. Заделка раструбов химстойким герметиком.

В настоящее время в промышленности эксплуатируется свыше 300 вытяжных башен с газоотводящими стволами из различных полимерных материалов. Они смонтированы на объектах по производству минеральных удобрений, химических волокон, угольной промышленности (сушильных

агрегатах углеобогачительных фабрик), горно-обогачительных комбинатов, грануляционных установок и травильных цехов металлургических заводов, алюминиевых заводов и других объектов на территории бывшего СССР от Прибалтики до Тихого океана. Габариты труб – диаметры от 0,8 до 7,0 м, высоты до 200 м. Так, на фото №3 показано изготовление царг Ø2,8 м из стеклопластика для двухствольной трубы Н=100 м агломерационного цеха ОАО «ММК» (фото №4) Изготовление производится с помощью намоточного станка на промбазе в г. Первоуральск фирмы «АЗОС».



Фото № 3. Изготовление царг из стеклопластика.



Фото № 4. Двухствольная труба из стеклопластика агломерационного цеха
ОАО «ММК»

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Институт занимается в основном разработкой нестандартного оборудования из конструкционных полимерных материалов, включая газоходы и трубопроводы. От сочетания связующего и наполнителя, а также способа изготовления изделий из стеклопластиков (намотка, контактное формование) зависят физико-механические свойства стеклопластиков. Расчет аппаратуры из стеклопластиков ведется с использованием

теории упругости, пластичности и ползучести с учетом данных по анизотропии и вязким свойствам стеклопластиков.

При конструировании нестандартного оборудования из стеклопластиков мы ориентируемся на технологию, освоенную фирмой «АЗОС» и имеющееся у этой фирмы оборудование как по намотке цилиндрических обечаек, так и по контактному формованию. С учетом имеющихся у этого изготовителя оборудования удалось максимально механизировать и автоматизировать процесс намотки. Причем у фирмы «АЗОС» есть стационарное оборудование по намотке, эксплуатирующееся на промышленной базе в г. Первоуральске, на котором мотаются изделия Ø до 3 м, т.е. транспортабельные и есть переносные мобильные установки, позволяющие на месте монтажа изготавливать обечайки Ø до 8,0 м. (фото № 5)



Фото № 5. Процесс намотки корпуса крупногабаритного оборудования на монтажной площадке.

Как правило, наша совместная работа с фирмой «АЗОС» построена таким образом, что сначала проводятся экспресс-испытания на химстойкость в специальной лаборатории образцы структуры назначаемого стеклопластика в проектируемых средах. После получения положительных результатов, испытанная на химстойкость структура стеклопластика закладывается в проектное решение. В процессе изготовления оборудования вырезаются образцы-представители и определяются физико-механические характеристики стеклопластика и сравниваются с теми расчетными характеристиками, которые заложены в проект. Они должны соответствовать расчетным.

Анализ показывает, что с увеличением габаритов аппаратов Ø свыше 3,0 м, толщина обечайки из слоистого пластика увеличивается быстрее, чем, например, при изготовлении его из коррозионностойкой стали. При этом значительно увеличивается материалоемкость конструкции, стоимость и расход стеклопластика. Это привело к необходимости поиска и разработки инженерных решений, которые не удорожают конструкцию в целом. При разработке конструкции полимерного слоистого материала (ПСМ) для изготовления крупногабаритных изделий необходимо обеспечить жесткость конструкции, которая может быть повышена за счет применения многослойных систем, где каждый из слоев обеспечивает выполнение заранее заданных условий. Было установлено, что желательное повышение жесткости может быть обеспечено как за счет увеличения толщины, так и за счет повышения удельного модуля упругости.

Это касается как изделий из стеклопластика, так и изделий из фаолита. Так при разработке газоотводящего ствола Ø 7,0 м для вытяжной башни Н=80 м для Северского трубного завода совместно с Асбестовским заводом металлоконструкций была разработана структура ПСМ с оптимальными физико-механическими, технологическими и другими характеристиками. В результате по нашим чертежам был изготовлен и смонтирован газоотводящий ствол Ø 7,0 м из ПСМ на основе фаолита с толщиной стенки 33 мм, который в настоящее время успешно эксплуатируется. По сравнению с ранее запроектированной двухствольной трубой материалоемкость снижена более чем в 1,5 раза и сокращены сроки монтажа в 2 раза.

Оптимизация структуры ПСМ для изготовления газоотводящих стволов большого диаметра вытяжных башен, а также отдельных крупногабаритных элементов оборудования, позволила установить наиболее рациональные толщины элементов, изготовление которых освоено в промышленном порядке.

При проектировании крупногабаритного оборудования анализируются расчетные толщины слоистого пластика и соответственно стоимость изготовления и монтажа. Иногда с целью снижения стоимости оборудования из слоистого пластика, оно выполняется в стальной обрешетке.

В этом случае определяется оптимальная толщина пластика с целью снижения материалоемкости и соответственно удешевления конструкции. Так, нами запроектированы скруббера из стеклопластика Ø 6,2 м, Н=22,0 м для агломерационного цеха сероулавливающих установок ГОП ОАО «ММК» по такой технологии, которые в настоящий момент смонтированы и успешно эксплуатируются уже в количестве 8 шт. Корпус скруббера располагается в стальном каркасе, представляющим стальную решетчатую этажерку, опирающуюся на существующий фундамент. Стальной каркас воспринимает все нагрузки от собственного веса скруббера и всех внутренних устройств, включая орошающие устройства. В конструкции стальной этажерки предусматриваются площадки для подвески отдельных частей аппарата (царг) и обслуживания скруббера (в местах устройства люков и расположения орошающих устройств).

Изготовление монтажных заготовок из стеклопластика для устройства корпуса скруббера и газоходов чистого газа к выхлопным трубам, последующая сборка его на монтажной площадке осуществлялась фирмой «АЗОС».(см.фото № 6, № 7).



Фото №6. Монтаж скрубберов из стеклопластика в агломерационном цехе ГОП ОАО «ММК»



Фото №7. Монтаж подводящего газохода из стеклопластика к скрубберам.
в агломерационном цехе ОАО «ММК»

Благодаря такой конструкции удалось уменьшить толщину стенки скруббера из стеклопластика с 35 мм до 20 мм и соответственно снизить стоимость почти на 30%.

В настоящее время ООО «Гипрогазоочистка-инжиниринг» выполняет разработку практически по всему парку емкостного и реакционного оборудования из стеклопластика цеха выщелачивания Асбестовского магниевого завода, включая колонны выщелачивания и промывочные колонны сложной формы с разработкой конструкции тарелок из полимерных материалов и установкой их внутри колонн, а также насадочного скруббера Ø 5,5м, Н-19,2м с встроенным каплеуловителем и выбросной свечой Н-15м. для ГОК «Олений ручей» (рис.№8).

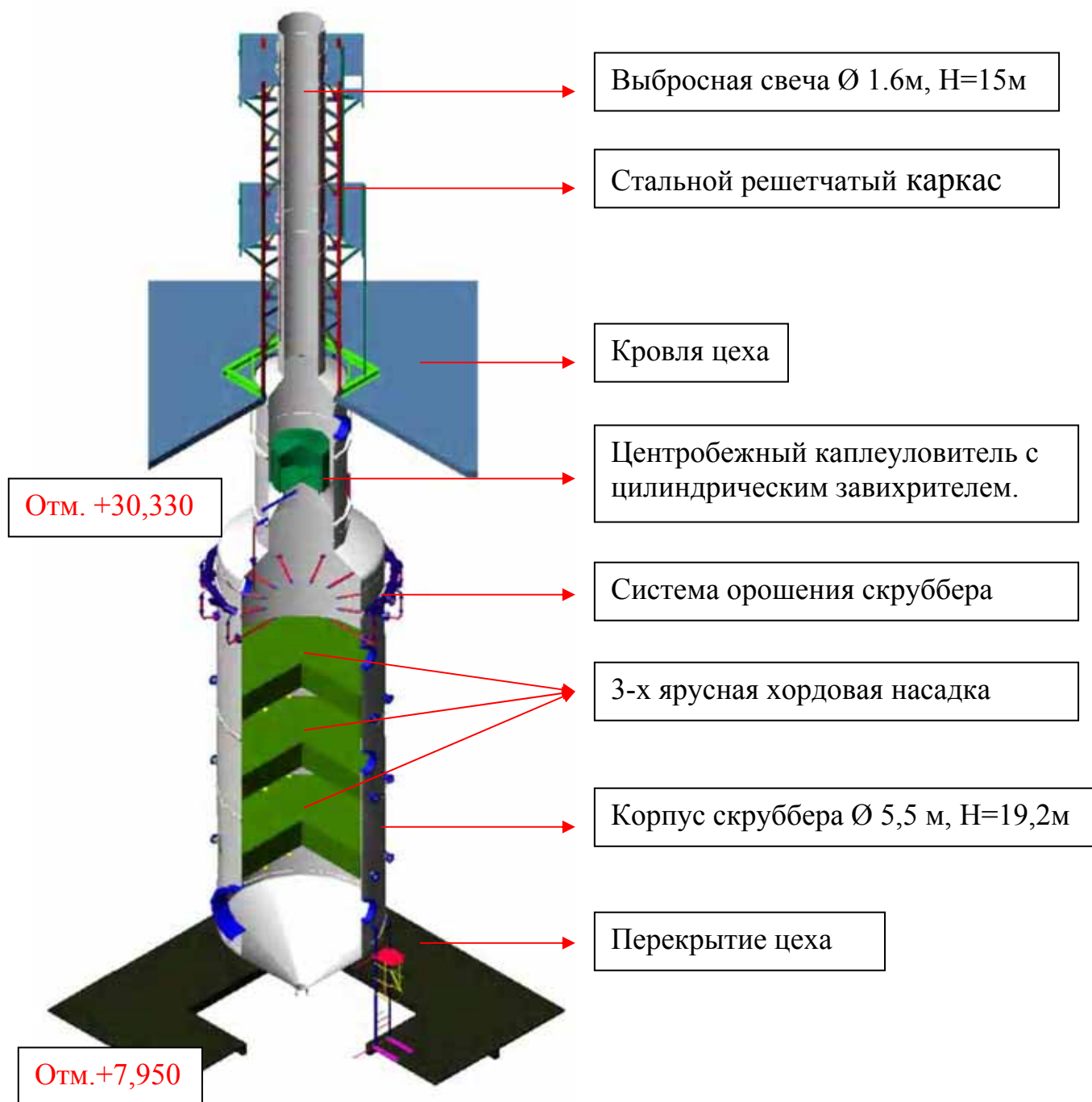


Рис. № 8. Скруббер Ø 5,5м, Н-19,2м со встроенным каплеуловителем и выбросной свечой Н-15м.из стеклопластика для ГОК «Олений ручей».

Вышеприведенный отечественный опыт, а также опыт передовых зарубежных фирм по внедрению различных видов оборудования и газоходов из конструкционных полимерных слоистых материалов подтвердил высокую эффективность применения их в условиях воздействия высокоагрессивных сред.

Это требует дальнейшего расширения исследований по созданию новых видов полимерных слоистых пластиков, создания нормативной базы по проектированию, потому что сейчас она практически отсутствует (мы пользуемся американскими и канадскими стандартами) и увеличения внедрения полимерных материалов уже нашедших применение в практике строительства.

Современное компенсационное оборудование для систем газоочистки, вентиляции и аспирации. Применение компенсаторов и компенсационных устройств компании BELMAN (Дания) и Frenzelit-Werke (Германия) при реконструкции предприятий . (ЗАО «ИРИМЭКС», Россия)

Ермаков Илья Владимирович, Директор по продажам, ЗАО «ИРИМЭКС»

Компания Belman Production работает более 12-ти лет и является одним из ведущих датских производителей сильфонных компенсаторов, применяемых на объектах энергетического, нефтегазового, атомного, химического и судостроительного комплексов. Также Belman Production является поставщиком тканевых и резиновых компенсаторов, компенсаторов для пищевой промышленности и с покрытием ПТФЭ, гибких металлических рукавов, сильфонов тканевых и из ПТФЭ.

Многие российские предприятия уже пользуются услугами Belman Production.

Заказчиками Belman Production являются как государственные структуры: Военно-морской флот Германии, так и крупные зарубежные компании: Irish Shell (Ирландия – переработка нефти), Total ELF (Франция – переработка нефти), Forsmark Atomværker (Швеция – атомные станции), Thyssen Krupp (Германия – металлургия), Thyssen Nordseewerke (Германия – судостроение), DFDS (Дания – фрахтовая компания), Shell (нидерландское отделение), Shell (шведское отделение), Lindovaerft: (Дания – судостроение, поставщик танкеров для Maersk), MAN B&W (Дания – моторостроение).

Также Belman Production является поставщиком компенсаторов для теплосетей в Литву, Германию, Польшу. Осуществляются поставки компенсаторов для турбогенераторов и газотурбин в Сингапур, Великобританию, Швецию.

Достоинства Belman Production:

- высокое качество продукции (сертификаты ISO 9001:2000, PED Module H, EN 729-2: 1994, Germanischer Lloyd, ГОСТ РФ и т.д.).
- возможность изготовления компенсаторов большого диаметра - до DN3400.
- Разрешения Федеральной службы по техническому надзору на применение в нефтяной и газовой промышленности.
- конкурентноспособные цены
- надежные и минимальные сроки поставок (от 1 до 2 недель)
- индивидуальный подход к заказчику, что позволяет найти самое оптимальное решение при производстве продукции исходя из требований заказчика
- лояльность и гибкость в подходе к клиенту

Производство, расположенное на территории 3800 м², отвечает всем передовым технологическим стандартам. Диаметры, производимых нами компенсаторов, варьируются от Ду 40 до 6000 мм с давлением до 100 бар.

Именно поэтому все больше как отечественных, так и зарубежных компаний останавливают свой выбор на Belman Production в качестве поставщика этой продукции – в том числе и в случае необходимости решения сложных технических проектов.

Персонал Belman Production составляет более 70+ специалистов, имеющих глубокие познания в области производства сильфонных компенсаторов. Именно они ответственны за предоставление самых оптимальных решений нашим клиентам. Технические решения могут являться как стандартными, так и изготовленным по техническим условиям заказчиков.

Belman для Вас

Существует множество причин к тому, что все больше как отечественных, так и зарубежных компаний выбирают именно Belman Production в качестве своего партнера:

Высокое качество

Высокое качество является одним из главных приоритетов Belman Production. Под высоким качеством мы подразумеваем как качество используемых материалов, так и качество производственного процесса, что в конечном итоге позволяет обеспечить поставку высококачественных компенсаторов. Отдел по проверке качества нашей компании отвечает, таким образом, за то, чтобы качество продукции, а также документация всегда были безукоризненными. Другими словами – мы производим компенсаторы, которые работают в соответствии с заданными параметрами! Постоянно.

Гибкость поставок

Гибкость является не только свойством компенсаторов, но и характерной чертой Belman Production. Мы проектируем и производим именно те решения, которые Вам необходимы. Все звенья нашей структуры являются гибкими, а это означает то, что Belman Production стремится оптимизировать все свои возможности, чтобы прийти Вам на помощь.

Короткие и точные сроки поставок

Обычно сроки поставок составляют 1-2 недели. Точные и короткие сроки поставок делают нас надежным поставщиком и партнером.

Решения под клиентов

Какой бы сложности не представлял Ваш проект, мы всегда сможем прийти Вам на помощь, предложив самое оптимальное решение как с экономической, так и с технической точки зрения. Мы делали это уже много раз!

Документация

Документация охватывает все процессы – от предоставления расценок до поставки. К расценкам всегда прилагается полное техническое описание и спецификация, а также рисунок в CAD. Все вычисления производятся в зависимости от указанных Вами стандартов, что позволяет Вам быть полностью уверенными в нашей продукции. Выбор необходимого Вам сертификата тоже за Вами, сертификат прилагается к компенсатору при его поставке.

Компенсаторы, изготавливаемые Belman Production являются важным элементом во многих производственных отраслях. Нашими конечными потребителями являются следующие отрасли промышленности:

- Энергетический сектор, машиностроение
- Перерабатывающая промышленность
- Химическая промышленность, металлургия
- Пищевая, санитарная промышленность

ЗАО "ИРИМЭКС" является дистрибутором компании Belman Production в России и странах СНГ.

Просим по всем вопросам закупки оборудования и сотрудничества обращаться в нашу компанию.

Проектным и инжиниринговым компаниям и организациям готовы оперативно предоставить полные технические характеристики компенсационных устройств.

Компенсаторы Frenzelit-Werke (Германия)

Немецкая компания «Френцелит-Верке Гмбх и Ко КГ» специализируется на проектировании, производстве, монтаже и ремонте компенсаторов оборудования для систем пылегазоочистки предприятий тепловой энергетики, нефтехимического комплекса, металлургии, систем вентиляции, фильтрации и газочистки, горячего и холодного водоснабжения.

Системы газоочистки:

Очистка дымовых газов от окисей серы
Скрубберы
Газоходы очищенных газов
Осадители
Селективное каталитическое восстановление
Восстановление окисей азота

Системы возврата/утилизации тепла:

Подогреватель-экономайзер
Подогреватели
Вращающиеся теплообменники
Теплообменники Льюнгстрема

Черная металлургия:

Линии непрерывного горячего цинкования листа
Уплотнения транспортных роликов проходных печей
Воздуховоды фурм
Проходные печи отжига
Газоходы колошникового газа
Печи прямого восстановления
Трубы реформинга агрегатов прямого восстановления
Газоходы дымовых газов

Производство алюминия:

Плавильные агрегаты
Воздуховоды
Газоходы дымовых газов
Холодное и горячее водоснабжение

Металлические компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 60 атм при температурах до 500 °С;
- Стандартный ряд ГОСТ и специальные исполнения (проходной диаметр до 4000 мм);
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...10 лет (10 000 циклов).
- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель.

Резиновые и фторопластовые компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 20 атм при температурах до 200 (300) °С;
- Проходной диаметр до 3000 мм;
- Специальные материалы, стойкие к большинству химически агрессивных веществ;
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...10 лет.
- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель.

Наибольший опыт и мировой авторитет был достигнут в разработке и производстве неметаллических компенсаторов и герметичных гибких соединений, изоляции и уплотнений для труб установок реформинга и крекинга, систем газочистки и утилизации технологических газов, теплообменников, фильтров, воздухопроводов, газоходов, рекуператоров, печей различного назначения.

Использование изоляции, компенсаторов и уплотнений производства компании «Френцелит-Верке Гмбх и Ко. КГ» позволяет исключить утечки используемых и отходящих, в т.ч. опасных, газов, снизить расход топлива, существенно повысить надёжность и долговечность, повысить экологическую безопасность (в т.ч. путем отказа от применения асбеста) технологических систем предприятий нефтехимического комплекса.

Неметаллические компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 0,4 атм при температурах до 180 °С; □ 0,1 атм при температурах до 1100 °С;
- Значительные степени компенсации осевых смещений – до 70 % величины зазора, поперечных – до 30 % величины зазора, изгибающих и скручивающих смещений;
- Широкий температурный интервал применения: температура в системе – до +1100 °С;
- Герметичность тела компенсатора и фланцевого соединения (в соответствии с требованиями DECHEMA ZfP 1, an.2, it. 2.2 и RAL-GZ 719) гарантирует отсутствие утечек;
- Специальные конструкции компенсаторов, адаптированные к работе в условиях влажных газов (паров), наличия вибрации, высокой зольности и пыльности;
- Специальный материалы, стойкие к большинству химически агрессивных веществ;
- Круглые и прямоугольные компенсаторы практически любых размеров (десятки метров по каждому измерению) под заказ по согласованному техническому заданию;
- Встройка компенсаторов на существующем оборудовании;
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...25 лет.
- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель;
- Прямые поставки через дочернее предприятие в России – минимальные цены;
- Вся продукция сертифицирована TÜV и LLoyd;
- Простота и легкость монтажа, металлическая арматура и крепеж могут изготавливаться самим заказчиком по чертежам компании «Френцелит-Верке Гмбх и Ко КГ»;
- Шеф-монтаж и обслуживание по требованию заказчика.

А также: Прокладочные материалы в комплекте с компенсаторами

- Рабочие давления в системах: до 200 атм при температурах от -210 до 650 °С;
- Практически любые химические среды;
- Прокладки любой геометрии под заказ.

Теплоизоляционные материалы

- Безасбестовые тканевые и волокнистые материалы для применений 1250 °С;
- На основе стекловолокна, базальто волокна, кварцевого волокна и кевлара;
- Канаты, шнуры, оплётки, тесьма, ткани практически любой толщины и плотности плетения;
- Специальные покрытия для специальных применений: абразивостойкие; защита от брызг жидкого металла; вибростойкие; звукопоглощающие.

ИРИМЭКС, ЗАО

Россия, 107497, г. Москва, 2-й Иртышский проезд (Иркутская улица), д. 11/17,

бизнес-центр «Бэлрайс», корпус 5, офис 607

т.: +7 (495) 783-6073, 783-6074, ф.: +7 (495) 783-6073, 783-6074

info@irimex.ru www.irimex.ru

Раздел №4 Системы контроля и управления систем газоочистки. Современные АСУТП, пылемеры, газоанализаторы и агрегаты питания.

**Комплексная автоматизация установок очистки газов и аспирационного воздуха.
Компьютерный контроль параметров, автоматизация управления технологическими процессами с целью их оптимизации. (ОАО «Гипрогазоочистка», Россия)**

*Крылов Алексей Анатольевич, Ведущий инженер отдела АСУТП
ОАО «Гипрогазоочистка»,*

Установки очистки газов и аспирационного воздуха, как правило, состоят из нескольких крупных элементов: аппараты очистки газов (электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны), дымососы, пылетранспорт, и т.д.

Каждый из этих элементов несет в себе большое количество точек отбора информации и точек управления. Не смотря на то, что поставщики оснащают свое оборудование локальными системами управления, возникает проблема отсутствия интеграции этих систем.

В отсутствие централизованной системы управления установкой, служба эксплуатации сталкивается с большими трудностями по сбору и обработке информации от установки. Это, в свою очередь, затрудняет эффективное управление процессом очистки газов.

Таким образом, максимальной эффективности эксплуатации установки очистки газов от пыли можно достичь только в случае объединения всех ее элементов в единую систему автоматизации (АСУТП).

Специалисты ЗАО «Стинс Коман» и ОАО «Гипрогазоочистка» совместно разрабатывают и внедряют на предприятиях различных отраслей промышленности АСУТП установок электромеханической очистки газов. Для построения АСУТП используются современные SCADA и промышленные контроллеры таких производителей как Siemens, Schneider Electric, Yokogawa, Emerson. Кроме того, активно применяются локальные системы управления электрофильтрами и рукавными фильтрами как сторонних производителей (Kraft, Elex, АЛЬСТОМ), так и собственные разработки на базе технологии eSCaPe.

Как правило, АСУТП установки газоочистки предусматривает 3 уровня автоматизации (см. рис. 1): 1-й уровень – уровень датчиков и исполнительных механизмов, 2-й уровень – уровень контроллеров, 3-й уровень – уровень сбора, хранения и представления данных.

На 1-м уровне решаются следующие задачи:

- получение контрольной информации о технологическом процессе и работе оборудования, являющейся входной для 2-го уровня;
- непосредственное управление исполнительными механизмами по заданным алгоритмам сигналами, получаемыми с выходов 2-го уровня.

На 2-м уровне решаются следующие задачи:

- сбор и обработка информации, поступающей от контрольно-измерительных приборов 1-го уровня;
- оптимальное регулирование технологического процесса подачей управляющих сигналов на исполнительные механизмы 1-го уровня;
- включение блокировок и светозвуковой сигнализации в случае выхода технологических параметров за допустимые пределы;
- обмен данными с 3-им уровнем автоматизации.
- На 3-м уровне решаются следующие задачи:
- сбор и архивирование данных о технологических параметрах, предупредительных и аварийных ситуациях, техническом состоянии оборудования, техническом состоянии каналов связи и действиях оператора;
- отображение на экране монитора в удобном для оператора виде перечисленных выше оперативных данных
- отображение на экране монитора в удобном для оператора виде перечисленных выше архивных данных
- создание по перечисленным выше данным отчетов за определяемый оператором отчетный период
- задание настроек и режимов работы АСУТП для отдельных узлов технологического оборудования
- обмен информацией с внешними системами

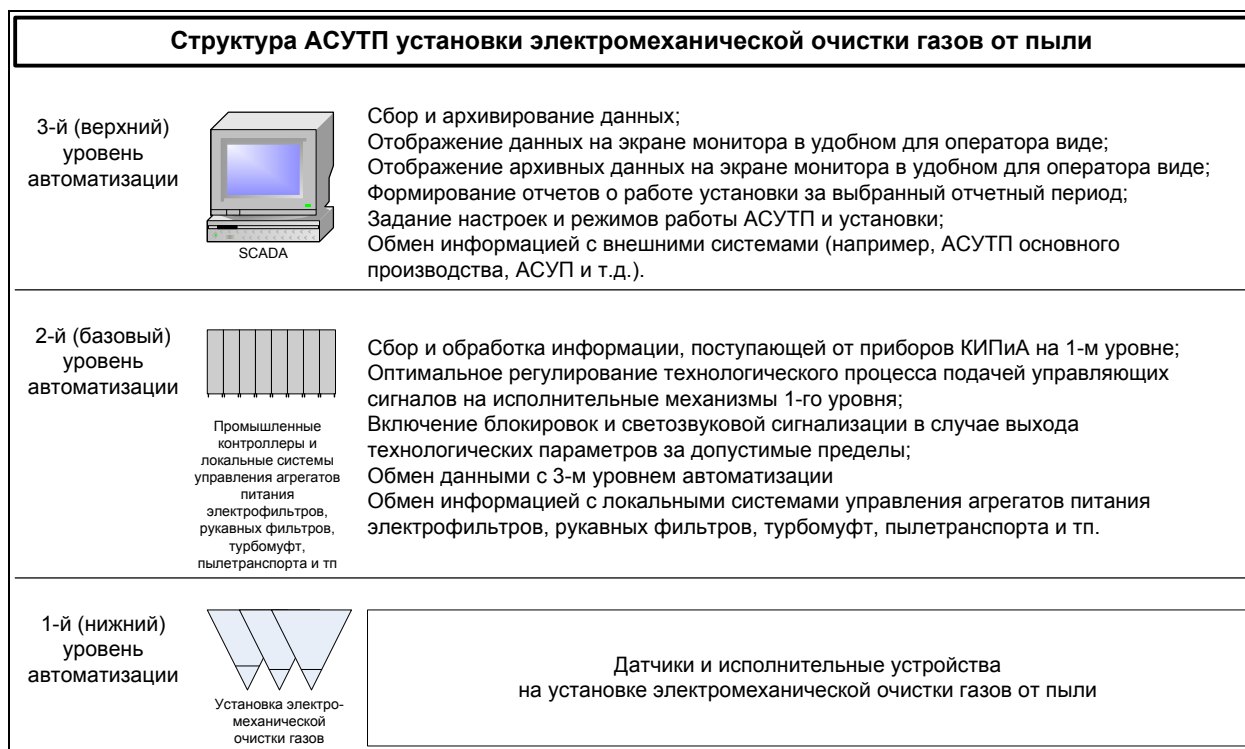


Рис. 1 Структура АСУТП установки электромеханической очистки газов от пыли

Основными эффектами от внедрения единой АСУТП установки электромеханической очистки газа являются:

- обеспечение автоматического управления и контроля заданных параметров в объеме, необходимом для безопасного выполнения технологических процессов;
- обеспечение предупредительного и аварийного визуального контроля, противоаварийной автоматической защиты, документирование причины срабатывания блокировки и фиксирование последовательности срабатывания исполнительных механизмов, действий технического персонала при возникновении аварийной ситуации;
- уменьшение влияния "человеческого фактора";
- выполнение плановых и аварийных остановок и запусков оборудования в кратчайшее время, с минимизацией возможных выбросов загрязненных газов в атмосферу;
- выдача необходимой информации о технологических процессах и их безопасности в вышестоящую систему управления;
- обеспечение энергосберегающих режимов работы оборудования;
- выполнение эргономических требований на рабочих местах персонала.

В настоящее время специалистами ЗАО «Стинс Коман» и ОАО «Гипрогазоочистка» спроектированы и внедрены АСУТП электромеханической очистки газов на предприятиях различных отраслей промышленности, как в РФ, так и за ее пределами. Нашими клиентами являются: ОАО «Северсталь», ОАО «Нижнетагильский Metallургический Комбинат», ОАО «Новолипецкий Metallургический Комбинат», ЗАО «Волгоградский Metallургический Завод «Красный Октябрь», ТЭС Фалай (Вьетнам) и др.

Коротко о ЗАО «Стинс Коман» и ОАО «Гипрогазоочистка».

ЗАО «Стинс Коман» и ОАО «Гипрогазоочистка» входят в группу компаний «Стинс Коман». За 17 лет работы в области информационных технологий группа компаний «Стинс Коман» накопила опыт, который сегодня реализуется в сумме технологий, точно настроенной на специфику организации Заказчика: стиль управления, приоритеты, философию и стратегию предприятия, этап жизненного цикла организации и т. п. Такой подход позволяет быстро находить гибкие и высокоэффективные решения для тех, кто ставит перед собой амбициозные цели, бросает вызов сложностям и преградам, стремится расти.

Большинство проектов компании – уникальные, разработанные с учетом специфики конкретного заказчика решения. Это проекты для различных отраслей: госуправление, металлургия, энергетика, нефтегаз, машиностроение, банки и финансы, наука и образование и т. д.

В составе «Стинс Коман» несколько самостоятельных компаний, каждая со своей специализацией. Благодаря этому, группа «Стинс Коман» представляет широкий спектр решений, продуктов и услуг в области информационных технологий, автоматизации производственных процессов и экологической

безопасности, а также имеет возможность консолидировать силы всех своих компаний при выполнении крупных проектов. Получаемый синергетический эффект позволяет компании выходить на качественно новый уровень, создавая информационно-управляющие системы, которые объединяют в одном информационном поле технологические и организационные процессы – от датчика или исполнительного механизма до бизнес-планирования на предприятии.

ЗАО «Стинс Коман» - центральная компания холдинга, один из ведущих российских поставщиков высокотехнологичного оборудования и готовых решений в области информационных систем. «Стинс Коман» предлагает полный комплекс услуг по развитию информационных технологий для крупных государственных и промышленных предприятий, для банков и финансовых структур, а также для предприятий малого и среднего бизнеса. Особое место в развитии компании «Стинс Коман» занимают исследования в различных предметных и прикладных областях и разработка на их основе собственных технологий с учетом их перспектив и рыночных возможностей.

ОАО "Гипрогазоочистка", кроме проектирования, осуществляет авторский надзор за строительством, занимается комплектацией и поставкой применяемого в проектах оборудования, проводит шефмонтаж, наладку и испытания установок при вводе их в эксплуатацию. Такой подход позволяет радикально сократить срок проектных, строительных и пусконаладочных работ и предоставить Заказчику весь комплекс услуг по решению вопросов очистки газов.

На этапе строительства и в процессе деятельности перед предприятием возникает ряд задач, для которых ОАО «Гипрогазоочистка» предлагает эффективное решение, в том числе:

- Оснащение промышленных агрегатов, работающих в условиях повышенной стесненности, пылеулавливающими установками, с максимальным использованием существующих строительных конструкций;
- Реконструкция существующих систем пылеочистки с целью увеличения их производительности и снижения уровня остаточной запыленности;
- Замена внутреннего оборудования газоочистных сооружений без замены элементов существующей установки (например, замена электрофильтра на аналогичный, размещение в существующем корпусе электрофильтра основных элементов рукавного фильтра и т.д.);
- Ведение постоянного контроля остаточной запыленности очищаемых газов;
- Оснащение установок газоочистки промышленными системами автоматизации «верхнего уровня» собственного производства и интеграция их с АСУ ТП основного производства.

С участием ОАО "Гипрогазоочистка" построены и успешно эксплуатируются тысячи установок и систем газоочистки для предприятий России, стран СНГ и более чем 20 стран дальнего зарубежья. Материал архива института содержит опыт и интеллектуальный вклад нескольких поколений сотрудников в дело создания высокоэффективных установок газоочистки для всех отраслей промышленности.

**Агрегаты питания электрофильтров и реакционных камер, на основе электронно-лучевых
вентилей. (ФГУП «Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина»,
Россия)**

*Щербаков Александр Владимирович, Начальник отдела НИЦ силовой электроники
ФГУП «Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина»,*

Источниками вредных выбросов являются, в основном, промпредприятия такие как тепловые электростанции, цементные заводы, металлургические и химические комбинаты, и др. Для повышения степени пылеочистки необходимо проведение коренной дорогостоящей реконструкции, а часто и замены всего электрофильтрового (ЭФ) оборудования (увеличения площади электродов, установки более мощных источников высоковольтного питания). Наиболее прогрессивный и перспективный путь повышения эффективности работы ЭФ при улавливании твёрдых частиц – это использование источников, формирующих вместо униполярной, специальные формы напряжения, например для получения знакопеременной (ЗПП) или импульсной (ИП) формы напряжения в качестве коммутаторов наиболее целесообразно использование экологически чистых вакуумных высоковольтных электронно-лучевых вентилей (ЭЛВ) экологически чистых вакуумных коммутаторов [1]. При ЗПП используются вентили типа ЭЛВ 1/200 на напряжения анод-катод до 200 кВ, статическом токе до 2 А, при ИП – типа ЭЛВ 4/40 или ЭЛВ 50/100 на напряжение до 100 кВ при импульсном токе от 40 А до 500 А, соответственно. Коммутаторы являются по управлению жёстким прибором, имеющим наибольшую электрическую эффективность среди других высоковольтных приборов. Благодаря пентодной вольтамперной характеристике вентиль работает в режиме токоограничения. Кроме того, ЭЛВ не боится пробоев, в отличие от полупроводниковых приборов, у которых пробой, как правило, носит не обратимый характер.

Концепция построения электрических схем основана на том, что для получения максимально возможного электрического КПД ЭФ или реакционные камеры (РК) выступают в качестве активной части электрических схем на основе ЭЛВ. Оптимизация электрических схем осуществляется с помощью компьютерных программ [2], например, EWB.

Экспериментальные и литературные исследования показали наибольшую конкурентоспособность устройств питания с высокочастотным промежуточным преобразованием частоты на уровне 10-12 кГц по сравнению с источниками питающимися непосредственно от сети 50 Гц. Применение высокочастотного звена вместо 50 Гц сети способствует повышению степени пылеочистки и снижению массогабаритных показателей.

На ТЭЦ 22 г. Дзержинский успешно проведены экспериментальные исследования опытного образца источника отечественной разработки [3] с высокочастотным звеном на частоте около 12 кГц при униполярном питании. Электрическая схема содержит блок сетевого выпрямителя (БСВ), блок инвертора напряжения (БИН), трансформаторно-выпрямительный блок (ТВБ), систему управления, содержащую оптимальный алгоритм управления.

Униполярное питание с высокочастотным звеном более прогрессивно, чем униполярное питание непосредственно от сети 50 Гц. Его применение позволяет существенно повысить электрический КПД источника питания до 95%, а также степень пылеочистки за счёт повышения среднего значения напряжения на КЭ. Сравнительно малые габариты и масса позволяют разместить источники непосредственно на крышке ЭФ вместо подстанции электрофильтровой и т.о. отказаться от дорогостоящего высоковольтного кабеля связи.

Основные источники, которые дают новый толчок в направлении повышения эффективности пылеочистки – это формирующие знакопеременную форму напряжения питания, которая реализуется с помощью ЗПП [4]. Промышленные испытания таких источников в режиме штатного отряхивания ОЭ, проведенные в России для пылей с $\rho_v = 5 \cdot 10^{10} - 5 \cdot 10^{12}$ Ом·м на углях Кузнецкого, Канск-Ачинского, Экибастузского бассейнов на ТЭЦ 22, Назаровской ГРЭС и др., показали возможность экономии энергопотребления на 5-10% по сравнению с постоянным униполярным питанием. Получено снижения концентрации пыли на выходе из газоочистительного аппарата в 1,5...2 раза.

Периодическое изменение полярности прикладываемого напряжения предотвращает образование обратной короны. Период изменения прикладываемого напряжения устанавливается близким ко времени накопления заряда на слое не достигшего ещё уровня достаточного для пробоя. Следует отметить, что периодическое изменение полярности создаёт рыхлую слоистую структуру между коагулированными слоями пыли на ОЭ. Это приводит к тому, что при перемене полярности с отрицательной на положительную и обратно, осуществляется плавное само отряхивание без использования механических устройств. Сползание коагулированных слоёв друг по другу приводит к уменьшению запылённости выходного потока за счёт уменьшения вторичного пылеуноса. Отсутствие механических ударов при очистке электродов приводит к повышению среднеексплуатационной эффективности для всего известного УЭС пылей, а отсутствие системы механического отряхивания не только повышает надёжность работы ЭФ, но и снижает эксплуатационные затраты.

Проведенные экспериментальные исследования на ряде тепловых электростанций России и за рубежом, показали, например, что применение источников ЗПП сек диапазона длительности импульсов позволят при всех известных УЭС зол полностью отказаться от устройств механического отряхивания ОЭ, что снижает эксплуатационные затраты, а при высокоомных золах, за счёт подавления ОК, существенно повысить степень пыле очистки в 1,5...2 и более раз. Стоимость замены штатного 50 Гц источника униполярного питания на источник ЗПП по сравнению со стоимостью капитальной модернизации ЭФ для получения такого же эффекта значительно ниже.

Основной причиной из-за которой разработанные ранее источники ЗПП не получили должного распространения на тепловых станциях (кроме Назаровской ГРЭС) является несовершенство силовой схемы, а также в 1,5...2 раза большие массу и габариты по сравнению с униполярными.

На основе ЭЛВ 1/200 разработана концепция создания новых электрических схем источников ЗПП, формирующих на ЭФ импульсы амплитудой до 80 кВ длительностью 0,5-100с, основанная на использовании в электрической схеме высокочастотного звена и схемы с управляемым высокочастотным высоковольтным удвоителем напряжения. Например, такая схема (рис.1) позволяет получить наиболее надёжную компоновку высоковольтной части, когда коммутирующие приборы (в частности ЭЛВ) выполняют не только функции коммутатора полярности, но и управляемого удвоителя напряжения. Инвертор работает на частоте 12 кГц [5], питается от трёхфазной сети 50 Гц 380В

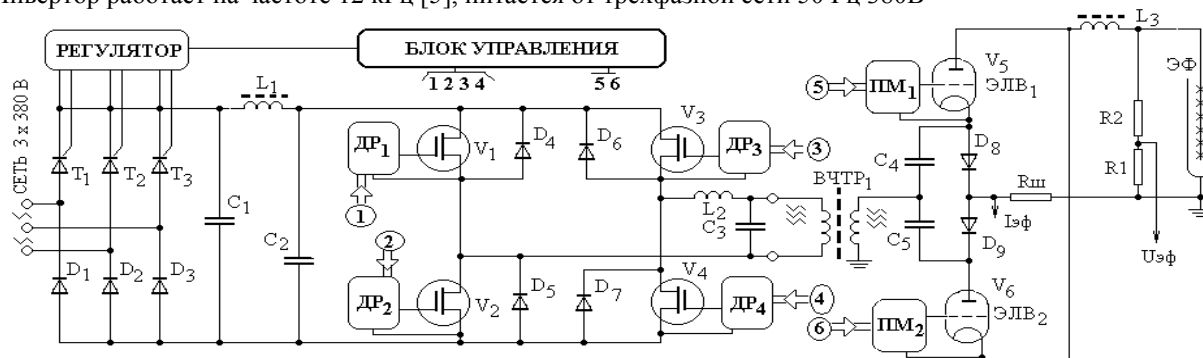


Рис.1 Структурно-электрическая схема перспективного источника ЗПП с высокочастотным звеном; 1...4 – управление силовыми транзисторами; 5, 6 – управление подмодуляторами ЭЛВ; ПМ – подмодулятор; ДР – драйвер управления

Для получения на ЭФ постоянного высокого отрицательного напряжения включается вентиль ЭЛВ₁, а для получения положительного - вентиль ЭЛВ₂. Т.о. используется один инвертор поочерёдно работающий на управляемый удвоитель отрицательного или положительного высокого напряжения на основе ЭЛВ. Электрическая ёмкость ЭФ выполняет функции выходного конденсатора несимметричной схемы удвоения. Высоковольтная обмотка высокочастотного трансформатора выполняется на половинное напряжение и, кроме того, один конец заземлён, что существенно повышает его надёжность и уменьшает габариты.

При ЗПП с высокочастотным звеном, кроме снижения массы и габаритов, одновременно повышается степень пылеочистки и снижается энергопотребление за счёт:

- увеличения среднего значения напряжения на КЭ;
- подавления «обратной короны»;
- отказа от систем механического отряхивания ОЭ;
- повышения электрического КПД.

Многочисленные зарубежные литературные данные свидетельствуют о высокой эффективности применения дополнительной импульсной формы питающего напряжения при улавливании высокоомных пылей. Применение дополнительно ИП позволяет:

- повысить заряд частиц за счёт повышения напряжённости поля при подаче импульсов напряжения;
- получить более равномерное распределение тока основного коронного разряда по сечению ЭФ.

Так как в нашей стране выпускаются только источники униполярного питания непосредственно от сети 220...380 В 50 Гц, то оценивать стоимостные показатели можно только по зарубежному производителю. Стоимость импортных приставок импульсного питания в 4...5 раз больше стоимости источников униполярного питания, однако, в абсолютном значении стоимость реконструкции ЭФ значительно больше стоимости новых источников. Изучены результаты научно-технических разработок лаборатории ENEL Италия. В частности лабораторией проведено исследование возможного диапазона длительностей прямоугольных импульсов, частот повторения и амплитуд импульсных напряжений. Этот диапазон лежит в интервале 20...200 мкс при частоте повторения 50...1000 Гц и амплитуде импульсного напряжения 20...30 кВ.

Подключение дополнительно к униполярному или ЗПП приставки [11], формирующей импульсное напряжение амплитудой (40...50% от основного) повышает ионизационный потенциал КЭ выше напряжения пробоя, что позволяет в 2...3 раза повысить степень пылеочистки.

Для проведения практических исследований по проверке результатов во ФГУП ВЭИ разработана экспериментальная приставка импульсного питания мкс длительности импульсов на основе

высоковольтных импульсных водородных тиратронов с устройством активного заряда рабочего конденсатора через ЭЛВ (типа ЭЛВ 1/200 или ЭЛВ 4/40) [6]. В процессе практических экспериментов на ТЭЦ 22 и на стенде выявлено, что применение приставок импульсного питания ЭФ позволяет повысить эффективность пыле очистки в 2...3 раза не только для высокоомных, но также для среднеомных и низкоомных зол. Приставка формирует дополнительно к униполярному или знакопеременному напряжению униполярные импульсы отрицательной полярности амплитудой до 20 кВ длительностью 40...200 мкс с частотой повторения 50...350 Гц [7, 8]

С помощью импульсного инфракрасного оптического пылемера также разработки ФГУП ВЭИ показана эффективность применения приставки импульсного питания к униполярному источнику ЭФ котла №6 на ТЭЦ 22. Проведено сравнение степени пылеочистки трёхполюсного ЭФ при штатном униполярном питании: а) всех трёх полей; б) 1-го и 2-го поля и отключённого 3-го поля; в) всех трёх полей и дополнительно подключении приставки импульсного питания к 3-му полю.

Результаты исследования показали, что амплитуда увеличения запылённости после отключения питания 3-го поля практически равна амплитуде уменьшения запылённости при подключении приставки, т. е. создаётся впечатление, будто бы появилось ещё одно (четвёртое) поле.

На основе экспериментальных и теоретических исследований разработана концепция создания оптимальных электрических схем силовой части приставки импульсного питания, формирующей импульсы мкс длительности. На рис.2, например, представлена электрическая схема приставки ИП, формирующая импульсы отрицательной полярности, построенная согласно разработанной концепции с высокочастотным звеном в которой прямой тиратрон заменён ЭЛВ 50/100 на ток в импульсе до 400-500 А и напряжением до 80-100 кВ. [9], а обратный тиратрон – высоковольтным высокочастотным диодом. Длительность импульса 30...60 мкс. Минимальное значение длительности ограничивается паразитными емкостями и индуктивностью соединительного кабеля. В схеме V_1 – формирует фронт, а V_2 – срез дополнительного высоковольтного импульса.

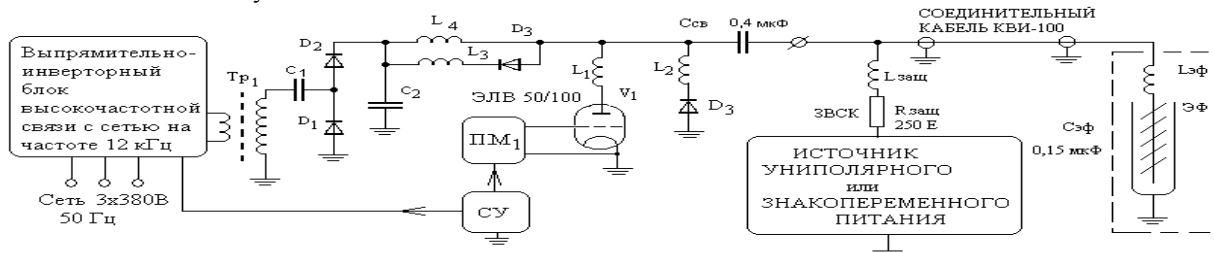


Рис.2 Структурно-электрическая схема приставки импульсного питания на основе ЭЛВ

На основе разработанной концепции напрашивается вывод, что совмещение на ЭФ двух приставок импульсного питания (формирующих импульсы отрицательной и положительной полярности) и источника ЗПП с единым высокочастотным звеном в одном корпусе, при незначительном увеличении себестоимости, сохранении показателей надёжности и долговечности, позволит получить ниже следующие преимущества по сравнению со штатным униполярным:

- повышение степени пыле очистки для широкого диапазона УЭС зол;
- отказ от устройств механического отряхивания ОЭ;
- повышение электрического КПД;
- снижение массы и габаритов.

Кроме твёрдых частиц после сжигания угля присутствует большой процент газообразных выбросов оксидов серы SO_2 . Нефтепродукты после сжигания имеют большой процент чрезвычайно мелких частиц (от 0,5 до 10 мкм) низкоомных и того же характера газообразные вредные выбросы. Газ после сжигания практически не имеет твёрдых частиц, но зато содержит оксиды азота NO_x и углерода CO_x .

Если в плазме газового разряда находятся какие-либо вещества, то идёт не только процесс ионизации молекул и атомов газа, но и процесс диссоциации молекул вещества. Газоочистка рассматривает процессы химических преобразований, которые происходят с различными атомами, молекулами, активными радикалами и ионами, которые возникают в процессе формирования и развития газового разряда в воздухе. Для очистки от газообразных продуктов, наиболее перспективны высоковольтные источники нс диапазона длительности импульсов [10]. Например, во Всероссийском электротехническом институте (ВТИ) на основе оборудования Всероссийского электротехнического института (ФГУП ВЭИ) проведены исследования по плазмохимическому преобразованию окислов азота NO_x и серы SO_x в электрическом разряде на стендовом оборудовании. Показано, что длительности рабочих импульсов должны быть в диапазоне от десятков до сотен нс при напряжениях в десятки киловольт. Для получения столь коротких и высоковольтных импульсов от коммутирующих приборов потребуются очень высокие скорости нарастания токов di/dt при высоких скоростях нарастания и спада напряжения du/dt . Кроме того, для плазмохимического преобразования потребуется создание специальных РК, имеющих малую электрическую ёмкость и индуктивность подводящих проводников.

Под воздействием импульсного напряжения не длительности от источников униполярного или пачечно-знакопеременного питания в РК загораются множественные стримерные разряды. Прохождение стримеров через воздушные промежутки РК приводит к плазмохимическому преобразованию окислов азота и серы в соединения, которые при взаимодействии с золой или дополнительными реагентами, сорбируются частицами золы. Сам процесс или акт химического превращения заключается в том, что при сближении двух или нескольких частиц происходит постепенная перестройка связей между атомами. При этом одни связи разрываются, а другие образуются, при этом из исходных веществ образуются продукты реакции. При взаимодействии радикальных частиц с основными загрязняющими примесями в отходящих газах окислами серы SO_2 и окислами азота NO_x образуются серная и азотная кислоты. В основном, для нейтрализации образующихся кислот используют щелочной реагент, например, аммиак (NH_3). Образующийся в виде аэрозоля продукт – соль, удаляется далее по газопотоку с помощью штатных ЭФ.

В последние годы ведутся работы по применению плазмы импульсного газового разряда для очистки газовых выбросов лакокрасочных, гальванических и пропиточных производств от паров растворителей и компаундов взамен энергоёмких технологий высокотемпературного дожигания.

Широкому внедрению технологии очистки дымовых газов от вредных оксидов при помощи импульсных разрядов препятствует высокая энергетическая стоимость удаления вредных оксидов. Поэтому в настоящее время актуальны исследования, результатом которых является снижение энергозатрат на удаление вредных оксидов. С другой стороны для данной технологии необходимо создание мощных и надёжных генераторов не импульсов и замена воздушных разрядников (которые сами нарабатывают загрязнения) на экологически чистые – электронно-лучевые.

Согласно проведенным исследованиям доказано преимущество знакопеременного пачечного импульсного питания РК, по сравнению с источниками, формирующими униполярные импульсы с той же частотой. Импульсы подаются в виде пачек (содержащих 2-3 знакопеременных импульса), следующих с частотой до 1 кГц, амплитудой до 70 кВ, длительностью 100...150 нс.

Положительные результаты технологических исследований вдохновили на разработку оригинальных электрических схем источников питания повышенной надёжности и долговечности с высоким электрическим КПД на основе высоковольтных силовых ЭЛВ, формирующих пачки знакопеременных высоковольтных импульсов не длительности.

Для питания РК разработана концепция создания электрических схем источников на основе высоковольтных силовых вентилей ЭЛВ 4/40 и ЭЛВ 50/100, формирующих знакопеременные пачки импульсов не длительности [11].

На основании проведенных практических и теоретических исследований разработана, например, электрическая схема источника питания РК (рис.3) формирующего импульсы как однополярные, так и пачки биполярных. Принцип действия основан на том, что в подмодуляторе V_5 используются два накопителя энергии. Первый – ёмкостной C_7 с частичным разрядом, обеспечивающий первичное накопление энергии. Второй – индуктивный L_3 с полным разрядом, который в момент отключения вентиля наработки V_5 за счёт ЭДС самоиндукции L_3 формирует на управляющем электроде V_{10} высоковольтные управляющие импульсы положительной полярности длительностью 100...150 нс напряжением 10...14 кВ.. Длительность и частота повторения формируемых импульсов определяются параметрами колебательного контура, состоящего из индуктивности L_3 и ёмкости в цепи управляющего электрода V_{10} . Количество импульсов в пачке определяется внешней системой управления, которая с помощью вспомогательного тиратрона V_8 закорачивает накопительную индуктивность L_3 в момент, когда количество импульсов в пачке станет равным заданному, например, если надо сформировать только три импульса, то после прохождения третьего – тиратрон включается.

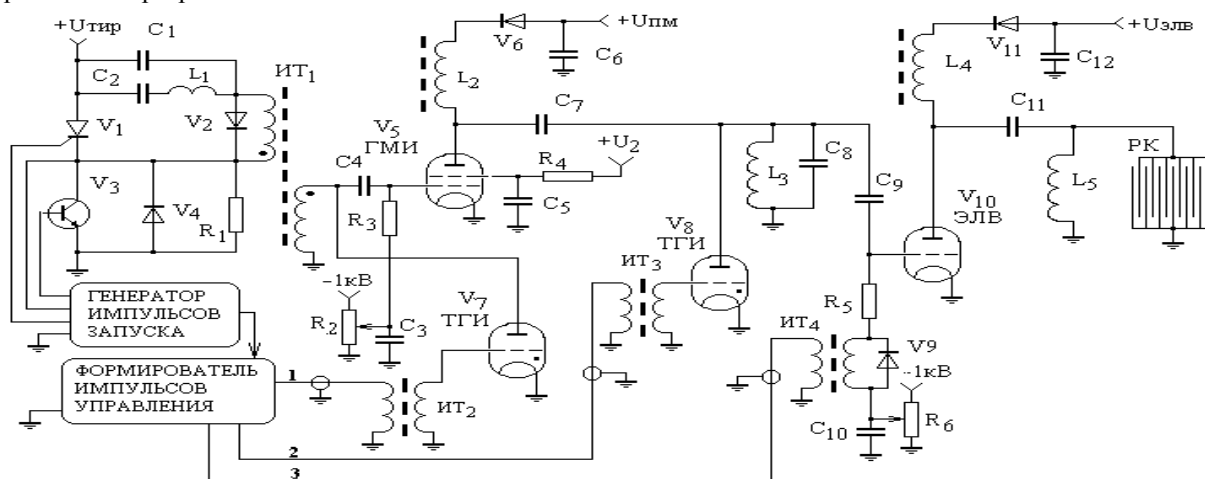


Рис. 3 Структурно-электрическая схема пачечно-знакопеременного источника питания РК

Принцип работы системы управления подмодулятором заключается в том, что тиристор V_1 через ИТ₁ формирует на управляющем электроде подмодуляторной лампы V_5 импульс по длительности равный времени накачки индуктивного накопителя L_3 . Транзистор V_3 обеспечивает быстрое восстановление напряжения на искусственной формирующей линии C_1, C_2, L_1 .

Максимальное значение импульсного тока РК при использовании вентиля ЭЛВ4/40 будет составлять 90...100 А при анодном напряжении до 50 кВ, а при использовании вентиля ЭЛВ 50/100, соответственно до 400...500 А при напряжении до 80...100 кВ.

1. Переводчиков В.И. и др. Электронно-лучевой вентиль на ток 1А и напряжение 200 кВ. Электротехника, 1983. №4 с. 42-43.
2. Щербаков А.В., Перспективные источники знакопеременного и импульсного питания электрофильтра и реакторной камеры, Электро. №5, 2006 г, с 16-20.
3. Пат. на полезную модель 68819 Россия. Н 03 К 7/08, В 03 С 3/38. Устройство для питания электрофильтра.
4. Переводчиков В.И., и др. Источники знакопеременного, импульсного и импульсно-знакопеременного питания электрофильтров. Электрические станции, 2003, № 1, с. 56-60.
5. Пат. 2291000 Россия. В 03 С 3/68, В 03 С 3/38. Устройство для питания электрофильтра (варианты).
6. Переводчиков В.И. и др Источники знакопеременного, импульсного и импульсно-знакопеременного питания электрофильтров. Электрические станции, 2003, № 1, с. 56-60.
7. Пат. 2183903 Россия. 7 Н 03 К 7/02, Н 03 С 1/16. Импульсный модулятор для питания емкостной нагрузки.
8. Пат. 2214040 Россия. 7 Н03 К 7/08, Н 02 М 7/12. Импульсный модулятор для питания емкостной нагрузки.
9. Пат. 2212729 Россия. 7 Н 01 О 21/14, В 03 С 3/38. Коммутатор и устройство для питания нагрузки знакопеременным напряжением на его основе.
10. V. Perevodchikov and next. Pulse power supply units based on electron-beam valves for Cleaning industrial effluents from oxides and dust . Конференция в Лос-Анджелесе, США, июнь-июль 1999. 12th IEEE International Pulsed Power Conference 1999 Ioliforma, Monterey, PC065.
11. Пат. 2234804 Россия. Н 03 К 7/08, Н 02 М 7/12. Импульсный модулятор (варианты).

Агрегаты питания электрофильтров KRAFTELEKTRONIK AB (Швеция) - экономичная и эффективная газоочистка. (KRAFTELEKTRONIK Швеция, ООО «ИНТЕХЭКО», Россия)

*ООО «ИНТЕХЭКО» - официальный представитель высоковольтного оборудования
KRAFTELEKTRONIK AB (Швеция) на территории России и Казахстана.*

Андроников Игорь Николаевич, Генеральный директор

ООО "ИНТЕХЭКО" - является официальным представителем KRAFTELEKTRONIK AB по оказанию услуг и реализации высоковольтного оборудования для электропитания электрофильтров на территории Российской Федерации и Республики Казахстан.



Электрофильтр - один из наиболее эффективных и распространенных типов газоочистного оборудования. Электрофильтры успешно применяются на установках газоочистки предприятий металлургии, энергетики, нефтегазовой и цементной промышленности

KRAFTELEKTRONIK AB - ведущая мировая компания по поставке оборудования для питания электрофильтров постоянным током высокого напряжения и автоматического регулирования режимов работы электрофильтров.



Kraft производит все необходимое оборудования для электропитания электрофильтра, в том числе:

- Выпрямительные трансформаторы электрофильтров (2-х фазные)
- 3-х фазные источники питания электрофильтра
- Шкаф управления питанием электрофильтров
- Micro Kraft - блоки контроля напряжения электрофильтра
- View Kraft - системы мониторинга
- Заземляющие устройства GSW
- Распределительные шкафы
- Шкаф контроля механизмов встряхивания и систем обогрева газоочистки.

Выпрямительный трансформатор KRAFT – 2-х фазный источник питания электрофильтра:

Трансформаторный выпрямитель (преобразовательный агрегат KRAFT) - надежный источник электропитания электрофильтра.

Резервуар выпрямительного трансформатора герметично запаян, по бокам имеются охлаждающие радиаторы (ребра), которые также служат в качестве камер расширения масла. Минеральное масло, как правило, используется в качестве изоляционного и охлаждающего материала. Силиконовое масло может поставляться по заказу. Внешняя сторона агрегата питания обработана и окрашена - подготовлена для установки на открытом воздухе.

Клеммная коробка низкого напряжения содержит измерительный шунт для мА сигналов, предохранитель с искровым перекрытием и зажимной оконттакт для монтажа сигнальной проводки и кабеля питания.

Трансформаторный выпрямитель - это ключевой узел в системе высоковольтного питания электрофильтра и поэтому требуется стопроцентная надежность и максимальная эффективность данного агрегата. С этой целью компания Крафтэлектроник предприняла все усилия, чтобы максимально адаптировать и приблизить трансформаторный модуль к промышленным условиям газоочистки. Трансформаторный агрегат имеет все необходимые блоки защиты и функции предупреждения, обеспечивающие надежную и эффективную подачу электропитания электрофильтра.



Трансформатор управляется микроконтроллером **Micro Kraft**, встроенном в **Шкаф управления питанием электрофильтра**.

Технические характеристики:	
Первичное напряжение	Две фазы от 220В до 690В 50/60 Гц
Вторичное напряжение	от 50 кВ до 150 кВ, пиковое значение при ЭФ нагрузке.
Вторичный ток	От 50 мА до 3,600 мА, среднее арифметическое.
Выход высокого напряжения	Горизонтальный или Вертикальный
Колеса	Да. Можно легко их повернуть между осями X и Y.
Охладитель	Долговечное минеральное или силиконовое масло
Заземлитель	Да - см. GSW
Шкаф управления питанием	Да см. Шкаф управления питанием
Контроллер	Да -см. Micro Kraft

Главные особенности:

- Шведское качество. Соответствие ISO 9001:2000
- Доказанная надежность - с 1950-х годов изготовлено и поставлено 11 000 агрегатов питания, многие из которых до сих пор эффективно функционируют.
- Длительный эксплуатационный ресурс - благодаря тщательному расчету номинальных характеристик отдельных элементов, герметично запаянному баку и обработке внешней поверхности трансформатора для работы в тяжелых промышленных условиях.
- Благодаря трансформаторам и системам Kraft достигаются высокие экономические показатели всей установки газоочистки, оборудование KRAFT позволяет экономить электроэнергию (до 50 % - экономия достигнута на некоторых установках газоочистки).
- Универсальность - благодаря подвижной двусторонней оси колес, горизонтальному или вертикальному выходу напряжения и многим дополнительным устройствам.
- Трансформаторы (выпрямители) KRAFT для питания электрофильтров типа CBQE, CEQE, COQE, CAQE, CPQE, CDQE, CXQE, PBQE, GBDE выпускаются серийно и соответствуют требованиям Госстандарта России: ГОСТ Р 52161.1-2004, ГОСТ Р 51318.14.1-2006 (р.4), ГОСТ Р 51318.14.2-2006 (р.5,7), ГОСТ Р 51317.3.2-2006 (р.6,7), ГОСТ Р 51317.3.3-99.
- Использование трансформаторов KRAFT вместе с **Шкафом управления** и контроллером **Micro Kraft** позволяет увеличить эффективность газоочистки без увеличения размеров электрофильтра.
- Простота выбора, удобство установки, надежность работы, качественный сервис.



3-х фазное исполнение источника питания электрофильтра:

Обычно используются двух фазные источники питания электрофильтров. В настоящее время Kraftelektronik AB может предложить также трех фазное исполнение агрегата питания. Трехфазный вариант трансформатора питания электрофильтра дает более симметричную нагрузку на электросеть, имеет меньшую пульсацию и большую мощность. Он основан на тех же, хорошо зарекомендовавших себя в двухфазном варианте, принципах.

Технические характеристики:	
Первичное напряжение	Три фазы от 380В до 690в 50/60 Гц
Вторичное напряжение	от 50 кВ до 150 кВ, пиковое значение при ЭФ нагрузке.
Ток вторичной обмотки	От 50 мА до 3,600 мА, среднее арифметическое
Выход высокого напряжения	Горизонтальный
Колеса	Да, могут легко поворачиваться на 90 градусов
Хладагент	Долговечное минеральное или силиконовое масло
Заземлитель	Да - см. GSW
Шкаф управления питанием	Да см. Шкаф управления питанием
Контроллер	Да -см. Micro Kraft

Шкаф управления питанием электрофильтра:



Шкаф управления - это один из самых важных компонентов системы газоочистки. С его помощью осуществляется управление и мониторинг источника питания электрофильтра. Стойка управления шкафа электропитания электрофильтра содержит все необходимое оборудования для контроля подачи питания на фильтр.

Компоненты располагаются в передней части, в то время как в задней части - которая вентилируется - находятся радиаторы транзисторов. Задняя часть состоит из жаростойкого корпуса для полупроводников. В дверь шкафа вмонтирован блок управления Micro-Kraft и инструменты контроля тока первичной обмотки, тока фильтра и напряжения электрофильтра. Все вспомогательные цепи стандартно защищены разъединителями. Все опасные элементы защищены от случайного касания (компоненты находятся за защитными кожухами).

Кабели и провода отмечены неразрушаемыми маркировочными втулками. Шкаф производится в строгом соответствии со стандартами IEC и EN, имеет маркировку CE.

Возможно двойное исполнение шкафа. Двойной шкаф применяется для тока первичной обмотки до 165 А, то есть контрольное оборудование управления двух выпрямительных трансформаторов установлено в одном корпусе, что экономит место, время установки и монтажа.

Блок управления - MICRO KRAFT controller:



Micro-KRAFT – удобный в пользовании микропроцессорный контроллер, созданный для контроля источников высокого напряжения электрофильтров. Управление полностью из под меню, логичное расположение клавиш. Освещаемый экран легок для чтения и понимания. Micro-KRAFT один из наиболее эффективных блоков управления выпрямительными трансформаторами для питания электрофильтров

Micro-KRAFT поддерживает самые основные языки, и переключаться между ними очень просто. Связь с головной системой осуществляется через двухжильный провод и интерфейс RS 485. Могут использоваться протоколы связи ModBus RTU/ASCII или Profibus DP. Внешний контрольный прибор, равно как и АСУТП верхнего уровня может легко соединить с Micro Kraft с помощью двухпроводной шины и интерфейса RS485 - связь основана на известных протоколах ModBus RTU/ASCII или Profibus DP.

Основные возможности Micro-Kraft:

- Простой режим включения питания, контролируемый по напряжению или по току.
- СВО – операция циклического блокирования.
- Четыре индивидуальные программы для различных типов дымовых газов.
- Деионизация, чтобы восстановить оптимальное состояние газа после пробоя.
- Контроль обратной короны, ручной или автоматический, чтобы сохранить максимальную эффективность.
- Регулируемое уменьшение напряжения, которое может быть инициировано через внешний выключатель.
- Автоматическое сохранение информации и настроек в СППЗУ, например, в случае отключения питания.
- Поддержка сохранности настроек, которые еще не были сохранены, с помощью резервной батареи в течении 2-х дней.
- Управление моторами и нагревателями.

VIEW KRAFT:



Для наблюдения и контроля за несколькими источниками питания электрофильтров, Kraft предлагает дружелюбную, отлично продуманную операторскую панель, основанную на новейших технологиях.

Vew- Kraft разработан и сконструирован специально для визуализации и контроля работы параметров установки газоочистки - электрофильтра.

Vew-Kraft просто настраивается и имеет основные функции и средства для всех требований заказчика. Вместе с Micro-Kraft контроллером, Vew-Kraft обеспечивает мощное сочетание высокой технологии и эффективности.

ЗАЗЕМЛИТЕЛИ GSW ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ:



Безопасность и надежность заземлителей KRAFT проверена временем.

Заземлители KRAFT типа GSW механически надежны, электрически безопасны, просты в эксплуатации. Заземлители GSW обеспечивают все возможные требования и задачи высоковольтных систем питания электрофильтра и обеспечивают надежное заземление. Обычно заземлитель смонтирован вместе с высоковольтным выводом. Через контрольное окно можно на 100% убедиться в том, что оборудование заземлено.

Главные особенности:

- 100% безопасность соединения, которое можно легко проверить через окно визуального контроля (“видимый разрыв”);
- надежная и долговечная конструкция;
- оцинкованная поверхность для защиты от суровых промышленных условий эксплуатации;
- управляющая рукоять, доступная с двух сторон;
- сконструирован на работу практически с любым напряжением;
- фарфоровые опорные изоляторы;
- три стандартных типоразмера для различных областей применения;
- блокировка системы от несанкционированного проникновения;
- обеспечивает соединение систем от любых производителей (на заказ).

С середины 50-х годов 20 века поставлено более 11 000 агрегатов питания KRAFT для систем электропитания электрофильтров, многие из которых до сих пор находятся в эксплуатации. **Несколько тысяч источников питания электрофильтров поставлены на предприятия энергетики более чем 20 стран мира.**

Среди поставок источников питания электрофильтров в Россию и страны СНГ:

- ОАО Магнитогорский металлургический комбинат
- ОАО Новолипецкий металлургический комбинат
- ОАО Магнитогорский цементно-огнеупорный завод
- ОАО Нижнетагильский металлургический комбинат
- ОАО Себряковцемент
- ОАО Щуровский цемент
- Троицкая ГРЭС
- ОАО Мордовцемент и многие другие

Внедри KRAFT - сделай газоочистку Экономичной и Эффективной!



Агрегаты питания и системы управления KRAFT обеспечивают высокую надежность и эффективность работы установок газоочистки, а также позволяют значительно экономить электроэнергию (до 50% на некоторых установках).

Единственным официальным представителем KRAFTELEKTRONIK AB по оказанию услуг и реализации высоковольтного оборудования для электропитания электрофильтров на территории Российской Федерации и Республики Казахстан является ООО "ИНТЕХЭКО".

*Подробная информация на сайте
www.kraftel.ru , www.intecheco.ru
эл. почта: admin@kraftel.ru,
т. (905) 567-8767, (499) 166-6420*

**Управление регенерацией рукавного фильтра ФРИ-5000. (ЗАО "ФИНГО ИНЖИНИРИНГ",
Россия)**

*Рудометов Евгений Николаевич, Начальник отдела электротехнического оборудования,
ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ»*

Система автоматического управления подготовлена к поставке в виде отдельного шкафа, изготовленного в соответствии с действующими нормами и правилами, распространяющимися на данный вид продукции. Установка системы управления предусмотрена в производственном помещении (цехе) с положительной температурой окружающего воздуха.

Напряжение управляющих сигналов – 220 В, 50 Гц.

Краткое описание рукавного фильтра.

Рукавный фильтр состоит из 20 секций, расположенных в два ряда по ходу газа. На входе в секции и выходе из них установлены отсекающие клапаны в виде заслонки. Нижние (входные) отсекающие клапаны имеют ручной привод, верхние отсекающие клапаны имеют привод от пневмоцилиндров. В каждой секции установлены 10 рядов рукавов. Регенерация рукавов в секции производится последовательно ряд за рядом. На период регенерации каждой секции автоматически закрывается отсекающий клапан соответствующей секции.

Система регенерации состоит из воздухохранилища (ресивера), установленных на нём 10 шт. электроуправляемых импульсных клапанов и раздающих труб. Каждый ресивер имеет датчик давления, сигнализирующий о наличии в ресивере давления заданного уровня.

Заполнение ресивера сжатым воздухом производится из подводящего трубопровода через электроуправляемый клапан.

Система управления реализует следующие режимы управления:

- автоматический в функции времени;
- автоматический с включением цикла регенерации фильтра по заданному гидравлическому сопротивлению фильтра;
- ручное управление.

Все режимы должны иметь индикацию включения.

В автоматическом режиме управления в функции времени реализован следующий алгоритм:

- при включении регенерации цикл регенерации начинается с первой секции. С индикацией соответствующего номера секции.
- Подается сигнал на закрытие отсекающего клапана на выходе секции и открывание клапана подачи сжатого воздуха в ресивер.
- Через 15 секунд (уточняется по времени полного заполнения воздухом ресивера) при условии достаточного уровня давления в ресивере последовательно с интервалом 10 секунд выдаются импульсы напряжения на импульсные клапаны 1 – 10. При этом индицируется номер клапана в секции.

После срабатывания клапана 10 выдерживается пауза для оседания отряхнутой с рукавов пыли (примерно 10 секунд), далее снимается управляющее напряжение с пневмораспределителя пневмоцилиндра и клапана подачи воздуха в ресивер.

Далее производится регенерация последующих секций в том же порядке.

Если в какой-то момент давление сжатого воздуха в ресивере не достигает заданного значения, клапан подачи воздуха в ресивер закрывается, отсекающий клапан на выходе секции открывается и выдается внешний сигнал о неисправности в пневмосистеме. Управление регенерацией данной секции заблокировано до ручной разблокировки, регенерация других секций производится в описанном выше порядке.

После завершения регенерации последней секции начинается отсчет паузы, окончанию которой цикл регенерации повторяется.

При переводе системы управления в автоматический режим с включением цикла регенерации по заданному гидравлическому сопротивлению фильтра цикл регенерации запускается прибором измерения перепада давления между камерами грязного и очищенного газа.

Если переключение режимов произведено во время текущего цикла регенерации, то он должен быть завершен.

Для ручного управления при проверках работы системы регенерации на лицевой панели блока или шкафа предусмотрены соответствующие тумблеры, кнопки и пр.

В режиме ручного управления выбранной секции открывается отсекающий клапан на выходе из секции и закрывается клапан подачи сжатого воздуха в ресивер. В этом режиме контроль давления сжатого воздуха в ресивере отключается.

В режиме автоматического управления регенерацией фильтра предусмотрена возможность отключения секции по газу (на выходе из секции автоматически, на входе – вручную) на период производства ремонта и обслуживания секции. В этом случае закрывается клапан подачи сжатого воздуха в ресивер. Регенерация остальных секций производится в установленном режиме.

**Новейшие промышленные газоанализаторы, пылемеры и расходомеры производства
фирмы SICK MAIHAK GmbH (Германия) (ООО "Энерготест", Россия)**

*Орлова Ирина Анатольевна, Ведущий специалист
SICK MAIHAK GmbH (Германия) - ООО "Энерготест" (Россия)*

Внедрение в промышленности современных технологий пыле- и газоочистки, направленных на существенное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, установка локальных и территориальных систем непрерывного контроля за выбросами загрязняющих веществ требуют использования надежного и точного измерительного оборудования. Используемые для этих целей приборы должны выдавать достоверную измерительную информацию в течение 95% времени отчетного периода, быть удобными в обслуживании и ориентированным и на работу в различных промышленных условиях.

Фирма SICK (Германия) на протяжении многих лет производит газоаналитические системы различного принципа действия, оптические пылемеры и ультразвуковые измерители объемного расхода отходящих газов. Работы по разработке новых моделей приборов ведутся планомерно в соответствии с актуальными запросами рынка. В среднем каждые 5 лет происходит существенное обновление модельного ряда выпускаемой измерительной техники.

В 2009 году внедрена в производство новая серия пылемеров под общим названием DUSTHUNTER. Существенным преимуществом этих пылемеров является универсальность используемых блоков управления, расширенный протокол связи, возможность работы нескольких измерительных модулей с одним блоком управления, простые установка и техническое обслуживание. Модели DUSTHUNTER S предназначены для определения низких уровней запыленности (мин. диапазон 0-5 мг/м³, макс. диапазон 0-200 мг/м³), работают по принципу нефелометров (регистрация рассеянного света), выпускаются в нескольких вариантах исполнения (SB50, SB100 для установки с одной стороны газохода, SP100 с измерительным зондом, SF100 для установки на противоположных сторонах газохода), что позволяет оптимально подбирать конструкцию прибора в зависимости от измерительных условий заказчика. Модель DUSTHUNTER T доступна в трех модификациях (T50, T100, T200), определение массовой концентрации пыли производится по абсорбционному методу. С помощью пылемеров DUSTHUNTER T можно измерять средние (50-200 мг/м³) и высокие концентрации пыли (до 10г/м³) в газоходах размером от 0.5 до 12 м. Все пылемеры серии DUSTHUNTER рассчитаны на минимальную температуру окружающего воздуха до -40 С и не требуют специального подогрева. С 2010 года серия пылемеров DUSTHUNTER заменит пылемеры OMD41, RM210 и FW101.

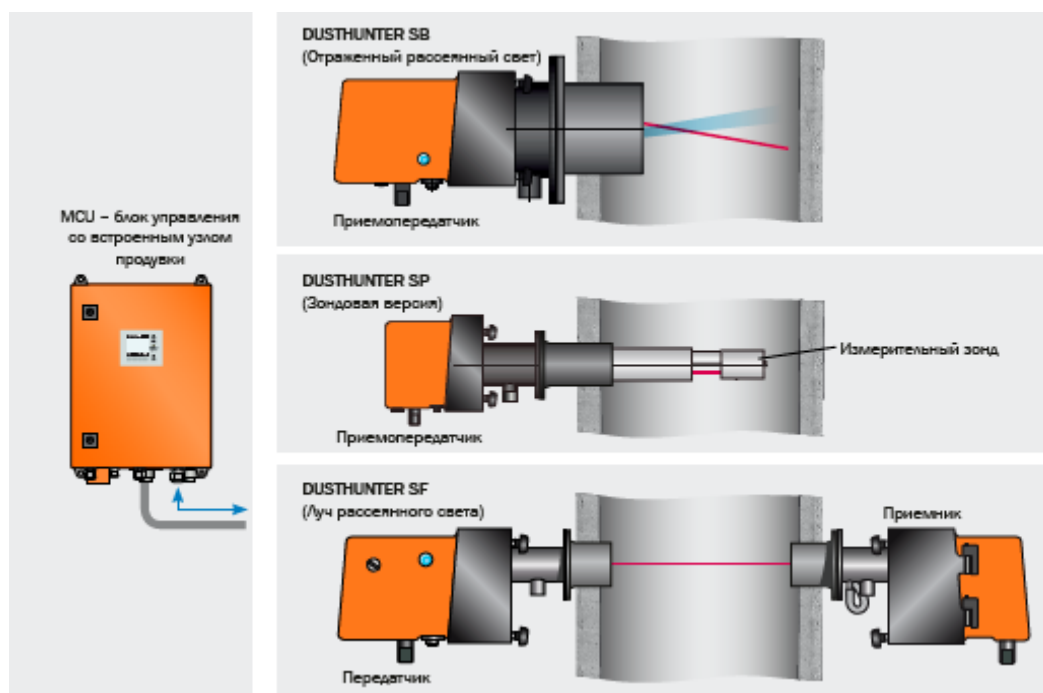


Рис.№ 1 Пылемеры серии DUSTHUNTER

В этом году расширен также модельный ряд газоанализаторов. В дополнение к хорошо зарекомендовавшим себя пробоотборным газоанализаторам S700 и SIDOR выпускается новый газоаналитический модуль DEFOR. Этот измерительный модуль работает по принципу ультрафиолетовой

резонансно-сорбционной спектрометрии и предназначен для одновременного измерения до 5 компонентов. Измеряемыми компонентами могут быть Cl_2 , NO , NO_2 , SO_2 , NH_3 , COS , H_2S , O_2 , H_2 . Возможное применение – измерение выбросов загрязняющих веществ, например, измерение низких концентраций NO на электростанциях и в газотурбинных установках, контроль NO_x после систем азотоочистки, технологические измерения содержания хлора, измерение NO , NO_2 , NH_3 в нитрозных газах, измерение высоких концентраций сероводорода в химически активном и кислом газе.

Новая пробоотборная многокомпонентная газоаналитическая система MCS100FT предназначена для одновременного измерения более 10 веществ (HF , HCl , SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , NH_3 , N_2O , CH_4 и пр.). Она работает по принципу ИК Фурье спектроскопии и применяется для непрерывного мониторинга выбросов на мусоросжигательных заводах, в различных печах, на цементных и металлургических заводах, там, где требуется непрерывный многокомпонентный газовый анализ.

В дополнение к хорошо зарекомендовавшим себя в различных областях промышленности беспробоотборным газоанализаторам GM31(NO , NO_2 , SO_2 , NH_3) и GM35 (CO , CO_2 , H_2O) уже несколько лет выпускается однокомпонентный лазерный газоанализатор GM700, с помощью которого можно измерять концентрацию HCl , HF , NH_3 или O_2 для мониторинга выбросов на мусоросжигательных заводах, при производстве алюминия и строительных материалов, для контроля проскоков аммиака на установках азотоочистки, для контроля эффективности работы скрубберов в металлургической промышленности или при производстве мочевины.

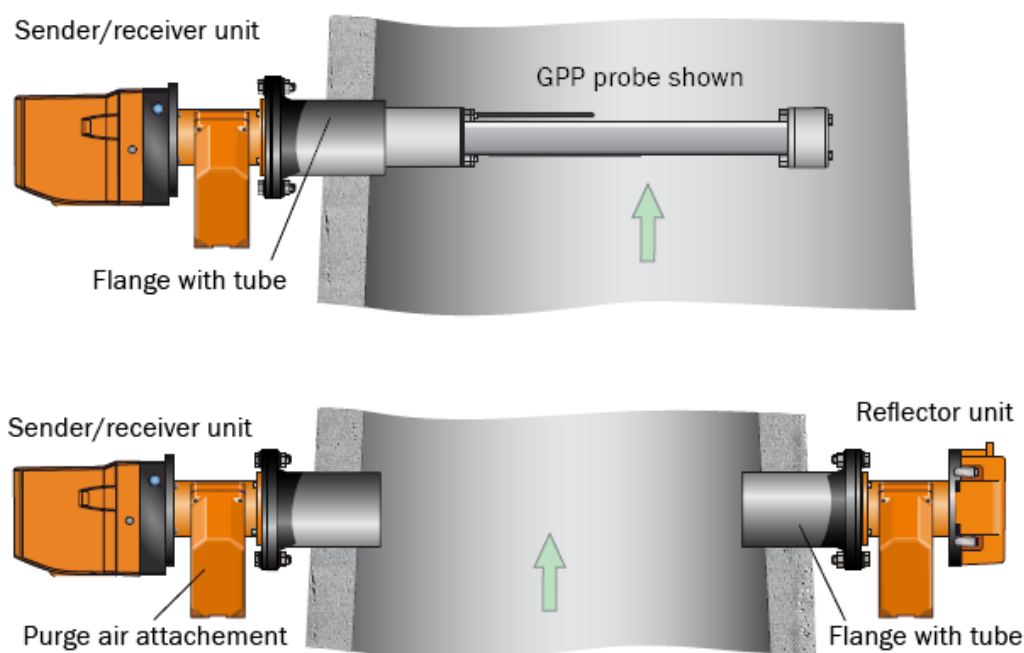


Рис.№ 2. Лазерный анализатор GM700

Российским заказчикам хорошо известны ультразвуковые измерители скорости и расхода отходящих газов серии FLOWSIC100. Эти приборы успешно эксплуатируются на тепловых электростанциях, металлургических производствах, в химической промышленности в составе систем контроля выбросов и для измерения объемного расхода технологических газов. В настоящее время производится две серийные линейки FLOWSIC100: для измерения дымовых и отходящих газов при около атмосферных давлениях и для измерения технологических газов при давлениях до 16 бар (в том числе во взрывозащищенном исполнении).

Компания ООО «Энерготест» - старейший официальный дистрибьютор фирмы SICK в России. ООО «Энерготест» имеет большой опыт эксплуатации измерительного оборудования SICK, занимается поставками, пуско-наладкой и сервисным обслуживанием.

Качественный и количественный анализ пылесодержания газовых потоков .
(PPM Systems Oy, Финляндия)

Сердюков Александр Андреевич, Региональный представитель (заочно)
PPM Systems Oy (Финляндия) ЗАО «ППМ-Системз»

Согласно озвученной в докладе Министра природных ресурсов и экологии РФ Ю.П. Трутнева на V Байкальском экономическом форуме позиции министерства следует ожидать увеличения платы за выброс вредных веществ в атмосферу в 10 раз к середине следующего десятилетия. Такое развитие событий представляется весьма вероятным, т.к. загрязнение воздуха, особенно в крупных промышленных центрах, уже сейчас является экологической проблемой. Кроме того, участие РФ в различных международных договорах о сокращении выбросов в атмосферу так же налагает на государство определенные обязанности. Для решения задачи снижения количества выбрасываемой пыли необходимо как установка новых, так и правильная эксплуатация уже установленных фильтрационных установок. Помимо этого приобретает особое значение инструментальный мониторинг качества работы фильтров, а так же количественный учет выбрасываемой пыли как для контроля параметров технологических процессов, так и для отчетов перед контролирующими инстанциями.

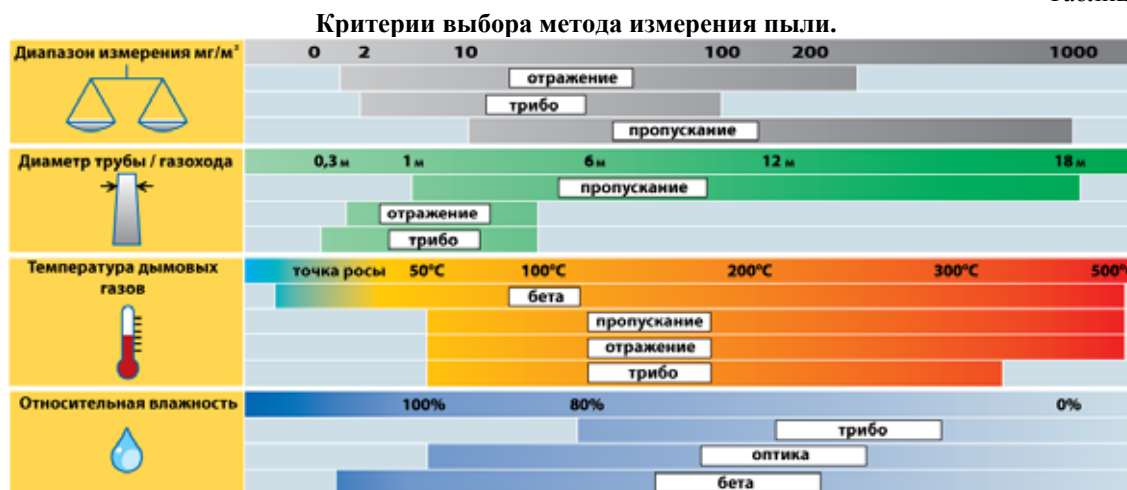
В настоящее время для контроля пылесодержания газовых потоков применяются следующие методы:

- Гравиметрический
- Радиометрический (β излучение)
- Трибоэлектрический
- Измерение рассеянного света
- Измерение прошедшего света (измерение поглощения света)

Гравиметрический и радиометрический методы являются экстрактивными, дискретными во времени. Трибоэлектрический и методы измерения силы света – это методы измерения «по месту», непосредственно в потоке газа, непрерывно во времени.

Учитывая особенности каждого метода и специфику каждого конкретного объекта измерения, особую значимость приобретает правильность подбора пылемера. Первое принципиальное ограничение на выбор пылемера – это тип фильтров, за которым устанавливается прибор. Если установлен электростатический осадитель, то установка трибоэлектрических пылемеров не рекомендуется. Известны случаи применения трибоэлектрических пылемеров после электрофильтров в качестве мониторов состояния фильтров, однако такое применение дает лишь качественное представление о работе фильтра и требует предварительной калибровки. Остальные критерии выбора пылемеров сведены в таблицу 1.

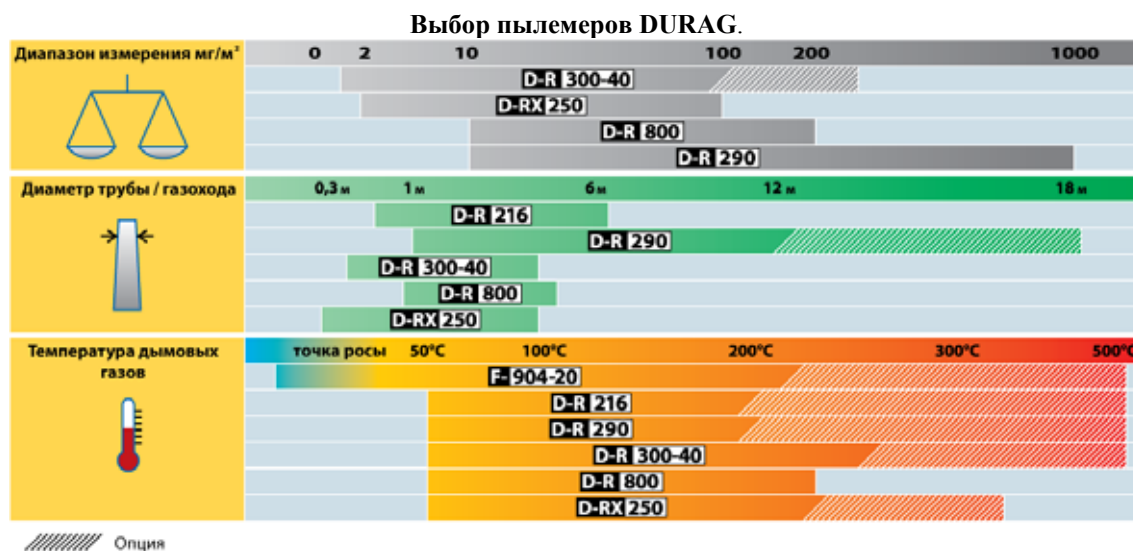
Таблица 1



Следующим немаловажным критерием выбора является цена прибора. Самой низкой ценой обладают трибоэлектрические пылемеры и мониторы, что определяется простотой конструкции и несколькими ограниченными возможностями. Далее следуют оптические приборы, самыми дорогими из которых являются приборы, измеряющие рассеянный свет. Однако эти приборы позволяют контролировать малые – менее 1 мг/м³ – концентрации пыли в газовом потоке. Особняком и по цене и по своим возможностям стоят радиометрические измерители. Это очень дорогие приборы, однако в случае необходимости контролировать пылесодержание влажных газов, альтернативы этим приборам как правило нет.

Рассмотрим далее линейку пылемеров немецкой компании DURAG, специализирующейся на подобных приборах уже более 50 лет. DURAG выпускает все типы пылемеров и накопила большой опыт по их применению. Выбрать пылемер под конкретную задачу можно с помощью таблицы 2. Далее будут рассмотрены только поточные приборы, сертифицированные в РФ.

Таблица 2.



Далее рассмотрим вкратце особенности приборов.

Трибоэлектрический метод контроля пыли реализован компанией DURAG в уникальном комбинированном приборе D-RX 250. Этот прибор позволяет одновременно измерять концентрацию пыли, объемный расход газа, температуру и давление газа в потоке. Принцип действия прибора будет ясен из рисунка 1. Внешний вид прибора представлен на рисунке 2.

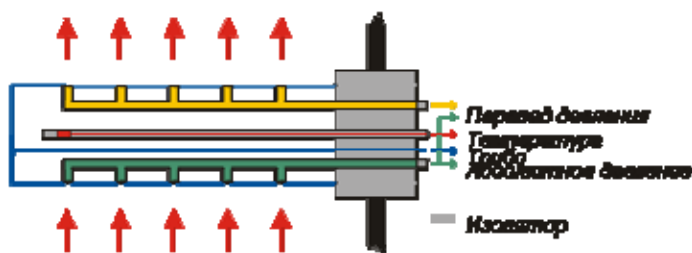


Рис. № 1 Схема зонда D-RX 250



Рис. № 2 Внешний вид прибора D-RX 250

Метод измерения отраженного и прошедшего света реализован компанией DURAG в приборах D-R 216, D-R 290, D-R 300, D-R 800.

Пылемер D-R 216 – это недорогой измеритель непрозрачности газового потока. Может калиброваться в мг/м^3 . Работает по принципу измерения ослабления света при прохождении через запыленный газовый поток. Может с успехом применяться в качестве мониторов состояния фильтров. Схема и внешний вид прибора представлены на рисунках 3 и 4.

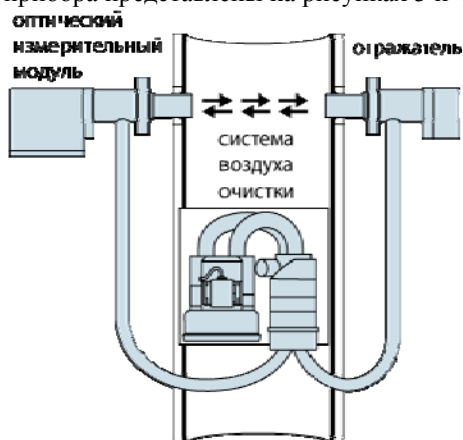


Рис. № 3 Схема пылемера D-R 216



Рис. № 4 Внешний вид прибора D-R 216

Пылемер D-R 290 так же работает по принципу ослабления света при прохождении луча через запыленный газовый поток. Однако в отличие от модели D-R 216 изначально имеет калибровку в мг/м^3 . Схема и внешний вид прибора представлены на рисунках 5 и 6.

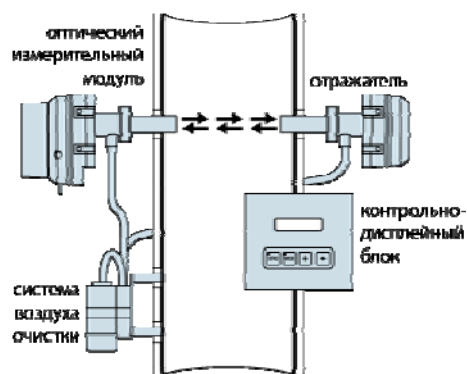


Рис. № 5 Схема пылемера D-R 290

Метод оценки рассеянного и отраженного света реализован в приборах D-R 800 (рассеянный свет) и D-R 300 (отраженный свет). Пылемер D-R 800 построен на использовании лазерной технологии и выгодно отличается от других отсутствием подвижных частей. Принцип действия и внешний вид прибора представлены на рисунках 7 и 8.

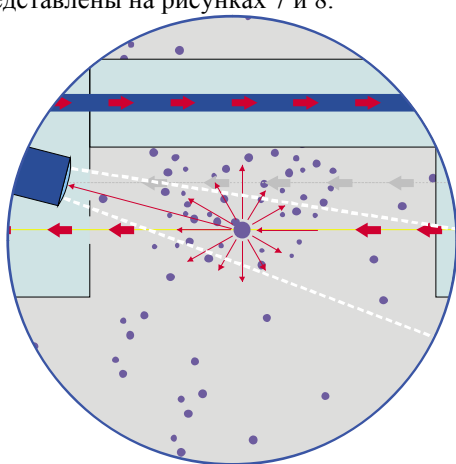


Рис. № 7 Принцип действия D-R 800

Пылемер D-R 300 оценивает отраженный пылевыми частицами свет. Принцип действия и внешний вид прибора представлены на рисунках 9 и 10.

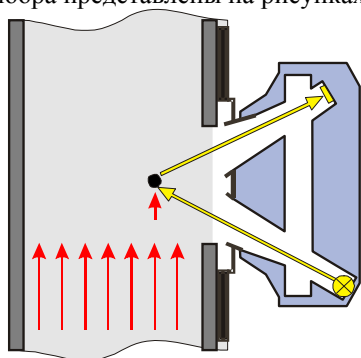


Рис. № 9 Принцип действия D-R 300

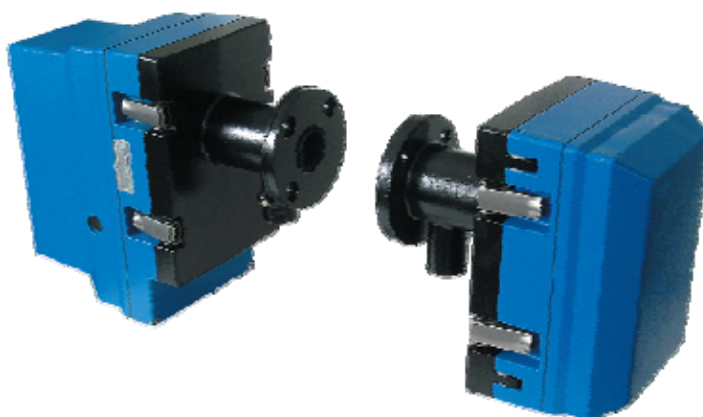


Рис. № 6 Внешний вид прибора D-R 290

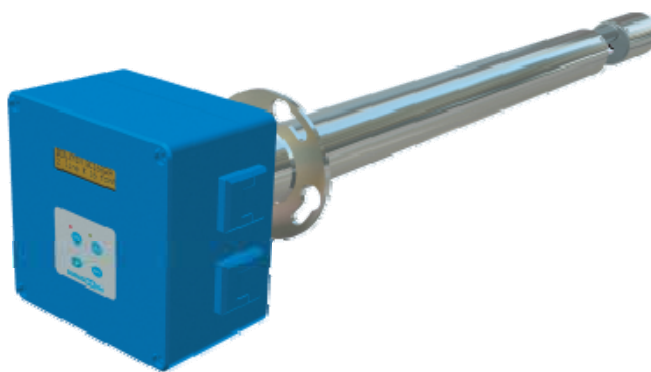


Рис. № 8 Внешний вид прибора D-R 800

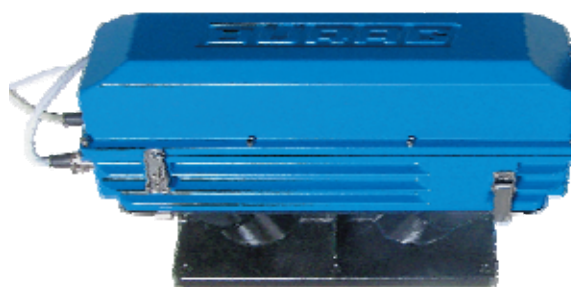


Рис. № 10 Внешний вид прибора D-R 300

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009»**

Технические характеристики приборов сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Технические характеристики пылемеров					
Тип	D-RX 250	D-R 216	D-R 290	D-R 800	D-R 300
Измерение	- Концентрации пыли [мг/м ³] - Объемного расхода [м ³ /ч] - Температуры [°C] - Абсолютного давления [гПа].	Непрозрачность оптическая экстинкция	Непрозрачность оптическая экстинкция	Концентрация пыли	Концентрация пыли
Пределы измерения	0-10 ... 0-500 мг/м ³ 0-9,999,999 м ³ /ч 0-200 °C, по заказу до 0-350 °C 900-1300 гПа	0-100% непрозрачности, другие пределы по заказу	Непрозрачность: 0-20% ... 0-100%, Пыль: 0-100 мг/м ³ ... 0-4000 мг/м ³ (диапазоны переключаемые)	0-10 мг/м ³ 0-200 мг/м ³	0-1 мг/м ³ ... 0-30 мг/м ³ по заказу 0-300 мг/м ³ с переключателем диапазонов
Температура газового потока	Выше точки росы и до 200 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 200 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 250 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 220 °C	Выше точки росы и до 320 °C, по заказу до 600 °C
Давление газового потока	От -200 до +200 гПа	От -50 до +20 гПа, выше по заказу	От -50 до +20 гПа, выше по заказу	От -50 до +10 гПа	От -50 до +20 гПа
Диаметр газохода	0,3 – 4 м	0,4 – 6,25 м	1 – 12 м, по заказу до 18 м	1 – 8 м	0,3 – 4 м
Температура окружающей среды	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C
Класс защиты	IP65	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)
Погрешность	< 2% от диапазона измерения	< 2% от диапазона измерения	< 1% от диапазона измерения	< 2% от диапазона измерения	< 1% от диапазона измерения
Предел обнаружения	< 2% от диапазона	< 3% от диапазона	< 2% от диапазона	< 2% от диапазона	< 1% от диапазона

В заключение необходимо отметить что для регулярного мониторинга состояния фильтров или других газоочистных сооружений необходимо использовать специальные мониторы непрерывного действия. Ввиду необходимости документально подтверждать выбросы пыли необходима установка сертифицированных приборов, измеряющих пылесодержание в мг/м³ или мг/м³. Использование сертифицированных в РФ приборов фирмы DURAG позволяет решить все задачи как по качественному мониторингу состояния любых фильтрационных установок, так и по количественному определению содержания пыли в газовом потоке.

**Контроль уровня пыли в бункерах - индикатор-сигнализатор уровня сыпучих материалов
СигУр-1. (ООО «ИНТЕХЭКО», Россия)**

Индикатор-сигнализатор уровня сыпучих материалов СигУр-1(далее СигУр-1) используется для контроля уровня сыпучих материалов в бункерах, находящихся под разрежением.

Конструкция.

СигУр-1 состоит из корпуса, верхней и нижней крышек, а также фитингов для его присоединения к закладной конструкции отборного устройства. В корпусе размещен «Поплавок». В нижнюю крышку, имеющую отверстия для соединения с атмосферой, вмонтирован датчик. Подвод питания 12-24В постоянного тока к СигУр-1 и отвод замыкающего контакта в систему управления выполняется через нижнюю крышку. Светодиодный индикатор, вмонтированный непосредственно в датчик, показывает его состояние, обеспечивает контроль работоспособности, оперативность настройки. Сформированный выходной сигнал в виде замыкающего контакта выдается в систему управления. Для визуализации сигнала о достижении контролируемого уровня по месту в корпус СигУр-1 вмонтирован дополнительный светодиод повышенной яркости.

Принцип действия.

Принцип действия основан на использовании разрежения, имеющегося в бункере.

Когда уровень пыли ниже контролируемого, «поплавок», под действием разрежения в бункере и соответственно в закладной конструкции отборного устройства СигУр-1, находится в верхнем положении вне зоны чувствительности датчика, перекрывая отверстие в верхней крышке.

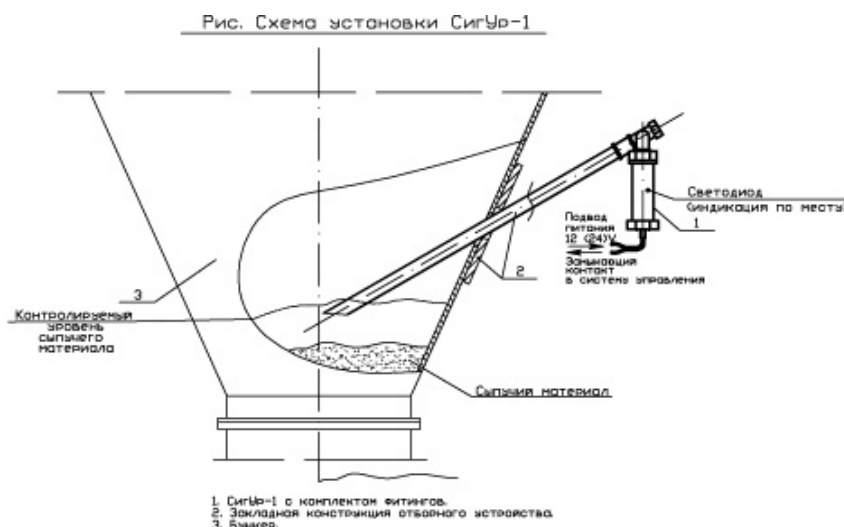
Когда пыль в бункере достигает контролируемого уровня, разрежение в закладной конструкции отборного устройства отсутствует, и «поплавок» опускается в зону чувствительности датчика, чем вызывает его срабатывание.

Техническая характеристика СигУр-1

Напряжение питания, В	12 – 24DC
Падение напряжения, В	1,5–2,0
Потребляемый ток при откл./вкл. нагрузке, мА	10,0/30,0
Минимальное разрежение в бункере, кПа	1

Основные преимущества перед сигнализаторами уровня аналогичного назначения

- Визуализация достижения контролируемого уровня пыли в бункере с помощью дополнительного светодиода повышенной яркости, вмонтированного в корпус СигУр-1 .
- Малое потребление энергии.
- Простота установки.
- Низкая стоимость.
- Надежность.
-



ООО «ИНТЕХЭКО» - ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ:



Специалисты компании имеют более чем 10 летний опыт работы по подбору оборудования для предприятий металлургии, энергетики, цементной промышленности, нефтегазовой и химической отраслей.

База ООО ИНТЕХЭКО содержит несколько сотен ведущих производителей эффективного оборудования для газоочистки и водоочистки, промышленной безопасности, автоматизации и антикоррозионной защиты. По Вашему запросу мы готовы провести маркетинговый и конкурентный анализ рынка и подготовить коммерческое предложение на поставку различных типов промышленного оборудования.

Дополнительная информация на www.intecheco.ru/catalog/

ОБОРУДОВАНИЕ KRAFT ДЛЯ АСУТП И ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ:



ООО "ИНТЕХЭКО" является официальным представителем компании KRAFTELEKTRONIK AB (Швеция) по оказанию услуг и реализации высоковольтного оборудования для электропитания электрофильтров на территории России и Республики Казахстан.

KRAFTELEKTRONIK AB - ведущая мировая компания по производству агрегатов питания электрофильтров и АСУТП газоочистки:

- Агрегаты питания электрофильтров
- Шкафы управления питанием электрофильтра
- Блоки контроля напряжения электрофильтра Micro Kraft
- View Kraft - система мониторинга
- Заземлители
- Распределительные шкафы

Дополнительная информация на сайте: www.kraftel.ru

ГАЗООЧИСТКА, ВОДООЧИСТКА, ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ, РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ, АСУТП, КИП:



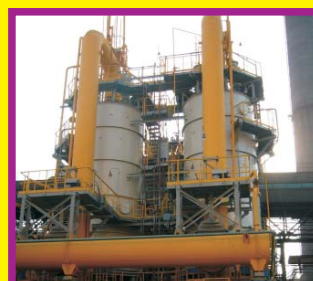
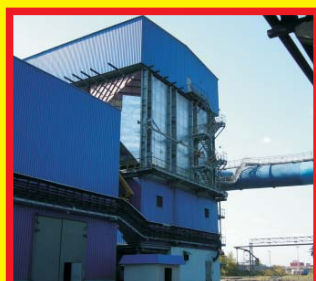
ООО ИНТЕХЭКО выполняет комплекс услуг по внедрению оборудования для газоочистки и водоочистки, промышленной безопасности, автоматизации и антикоррозионной защиты:

- конкурентный и маркетинговый анализ рынка;
- продвижение товаров и услуг ведущих производителей;
- услуги по подготовке контрактной документации и подбору проектировщиков, поставщиков и сервисных организаций;
- поставка электрофильтров, агрегатов электропитания, рукавных фильтров, арматуры, вентиляторов, насосов, компрессоров;
- поставка и внедрение современных технологий и систем промышленной безопасности, автоматизации и контрольно-измерительных приборов.

ООО "ИНТЕХЭКО" открыто к сотрудничеству и предлагает ведущим компаниям взаимовыгодные партнерские отношения для продвижения Вашего оборудования и реконструкции промышленных предприятий!!!

ООО «ИНТЕХЭКО»
с 2008 года

Международная конференция **«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»** **г. Москва, ежегодно в сентябре**



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Промышленные технологии очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода, бензапирена, меркаптанов и других вредных веществ.
- Современные конструкции электрофильтров, рукавных, карманных, картриджных и кассетных фильтров, скрубберов, циклонов, адсорберов, охладителей, вихревых пылеуловителей, скрубберов Вентури, волокнистых и ионитных фильтров, каплеуловителей, плазменно-каталитических реакторов, устройств дожига газов и нестандартизированного газоочистного оборудования.
- Системы взрывозащиты и пылеподавления.
- Промышленные вентиляторы, дымососы и тягодутьевые машины различных типов и конструкций.
- Комплексная автоматизация установок очистки газов и аспирационного воздуха.
- Системы экологического мониторинга промышленных предприятий.
- Современные газоанализаторы, расходомеры, пылемеры.
- Системы сбора, удаления, транспортировки и переработки уловленных материалов – скребковые и трубчатые конвейеры, пневмотранспорт, аэрожелоба.
- Компенсаторы, насосы, арматура и другое вспомогательное оборудование установок газоочистки.
- Средства индивидуальной защиты персонала - аварийные души и фонтаны.
- Антикоррозионная защита газоочистного оборудования.

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

Ежегодно с 2008 года в сентябре в конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» принимают участие руководители и ведущие специалисты предприятий металлургии, электроэнергетики, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической, цементной и других отраслей промышленности: генеральные и технические директора, главные инженеры, главные энергетики, главные технологи, главные экологи, начальники установок газоочистки, начальники отделов охраны окружающей среды, руководители и специалисты сервисных служб, конструкторских и производственно технических отделов, ответственные за экологию, реконструкцию и капитальные ремонты, руководители инжиниринговых компаний и предприятий, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для установок очистки газов и аспирационного воздуха.

сайт: www.intecheco.ru , тел.: (905) 567-8767, эл.почта: admin@intecheco.ru



ООО «ИНТЕХЭКО»

Международная конференция «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»

г. Москва, ежегодно в марте

с 2008 года

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Современное состояние и методы решения проблем минимизации вредных выбросов, актуальные вопросы повышения экологичности металлургических производств.
- Практический опыт реализации природоохранных мероприятий и решение экологических проблем различных металлургических производств.
- Наилучшие доступные экологические технологии для черной и цветной металлургии.
- Новые решения и оборудование для систем водоснабжения, водоподготовки и водоочистки.
- Газоочистное оборудование - электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, системы пылеподавления, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы.
- Системы экологического мониторинга и автоматизация контроля промышленных выбросов.
- Современные газоанализаторы, пылемеры, расходомеры и другие приборы КИП.
- Переработка отходов и металлургических шлаков, технологии рециклинга.
- Примеры модернизации существующих и строительства новых установок газоочистки, водоочистки и переработки отходов на металлургических заводах России и стран СНГ.
- Экономика замкнутого цикла - повышение эффективности металлургических производств с целью минимизации отходов и сокращения вредного воздействия на окружающую среду.

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»:

1. Руководители предприятий черной и цветной металлургии России и стран СНГ, Технические директора, Главные инженеры, Главные энергетики, Главные технологи, Главные металлурги, Главные механики, Главные экологи, начальники управлений, начальники цехов и служб, начальники проектных и конструкторских отделов, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники установок газоочистки и водоочистки, ответственные за модернизацию, реконструкцию и ремонты, промышленную безопасность и экологию металлургических предприятий.
2. Представители компаний, производящих современное экологическое оборудование, приборы и материалы для предприятий металлургии.
3. Ведущие эксперты проектных институтов, инжиниринговых, монтажных и сервисных организаций металлургической отрасли.

ОРГАНИЗАТОР - ООО «ИНТЕХЭКО» ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ОТРАСЛЕВЫХ СМИ

Подробную информацию, все варианты участия, формы заявок, фотографии, видео, программы и сборники докладов конференций ООО «ИНТЕХЭКО» с 2008 г. - см. на сайте www.intecheco.ru

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767

ООО «ИНТЕХЭКО»



www.intecheco.ru

МЕЖОТРАСЛЕВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ **«АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»** **ежегодно в марте с 2010 года**

ТЕМЫ ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Актуальные задачи противокоррозионной защиты в промышленности.
- Промышленные лакокрасочные материалы отечественных и зарубежных производителей.
- Новейшие технологии и материалы огнезащиты, изоляции и антикоррозионной защиты строительных конструкций зданий, сооружений, эстакад, газоходов, трубопроводов, дымовых труб, емкостей и другого технологического оборудования промышленных предприятий.
- Лучшие образцы красок для защиты от коррозии, изоляции и огнезащиты.
- Опыт применения различных материалов для предупреждения аварий, усиления и восстановления промышленных зданий и технологического оборудования.
- Подготовка поверхности. Окраска изделий из различных материалов.
- Современное окрасочное оборудование.
- Оборудование для систем электрохимической защиты.
- Современные приборы для контроля качества лакокрасочных материалов и покрытий.
- Приборы неразрушающего контроля. Ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры, видеоскопы, бороскопы, XRF и XRD анализаторы, промышленные сканеры.
- Обследование и экспертиза промышленной безопасности.
- Конструкции и устройство монолитных полимерных полов в промышленном строительстве.
- Защита бетона и восстановления железобетонных конструкций.
- Примеры программ и сборников докладов конференций - см. на сайте www.intecheco.ru

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:



Ежегодно в марте с 2010 года в работе конференции «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА» принимают участие руководители предприятий энергетики, металлургии, цементной, нефтегазовой, химической и других отраслей промышленности: главные инженеры, главные механики, главные энергетики, начальники подразделений, ответственных за промышленную безопасность, защиту от коррозии, ремонты и капитальное строительство; ведущие специалисты инжиниринговых и проектных организаций, занимающихся противокоррозионной защитой; руководители, технологи и эксперты компаний-производителей красок и лакокрасочных материалов, приборов электрохимической защиты, приборов контроля качества покрытий, разработчиков различных решений для защиты от коррозии, огнезащиты, изоляции, усиления и восстановления зданий и оборудования.

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767



Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

г. Москва, ежегодно в июне

ООО «ИНТЕХЭКО»

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ:

- Проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики.
- Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС, ГЭС.
- Автоматизация предприятий энергетики - системы управления, учета и контроля.
- Технологический и экологический мониторинг: расходомеры, уровнемеры, пылемеры, газоанализаторы, спектрофотометры, различные датчики и приборы учета и контроля.
- Электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны для установок газоочистки.
- Технологии и оборудование водоподготовки, водоочистки и водоснабжения электростанций.
- Материалы для огнезащиты, изоляции, защиты от коррозии, усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования.
- Современные градирни, теплообменники, компенсаторы, насосы, конвейеры, муфты, арматура и другое оборудование электростанций.

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Руководители и главные специалисты предприятий электроэнергетики (главные инженеры ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, АЭС, ОГК и ТГК, начальники конструкторских и производственно технических отделов, ПКО, ПТО, начальники и главные специалисты отделов развития, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники котельных и турбинных цехов, начальники отделов энергоэффективности и инноваций, ответственные за техническое перевооружение, эксплуатацию и ремонт различного оборудования, реконструкцию, модернизацию и капитальные ремонты, экологию, автоматизацию, эффективность и промышленную безопасность электростанций).
- Руководители, главные и ведущие специалисты проектных, научных, инжиниринговых, сервисных и монтажных организаций.
- Представители отечественных и зарубежных компаний, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для электростанций.
- Журналисты профильных СМИ.

Конференция ежегодно проводится ООО «ИНТЕХЭКО» с 2009 года.

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767